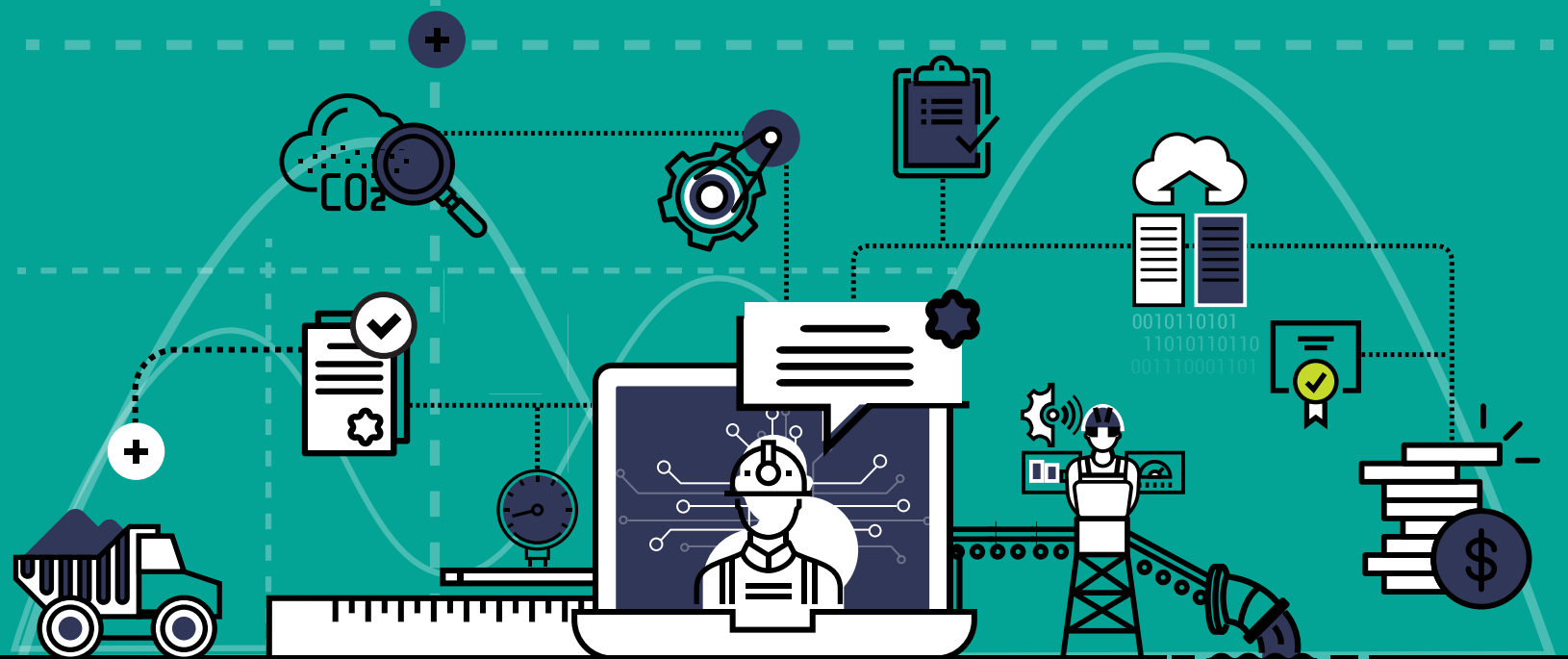


Estudio comparativo de las políticas públicas de encadenamientos productivos del cobre

en Chile, el Ecuador y el Perú

Rafael Poveda Bonilla



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

Documentos de Proyectos

Estudio comparativo de las políticas públicas de encadenamientos productivos del cobre en Chile, el Ecuador y el Perú

Rafael Poveda Bonilla



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento fue preparado por Rafael Poveda Bonilla, Consultor de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades de la División y de la fase III del programa Cooperación Regional para la Gestión Sustentable de los Recursos Mineros en los Países Andinos, ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Se agradecen los comentarios de Mauricio León y Orlando Reyes en la elaboración de este documento.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2021/90
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2021
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00369

Esta publicación debe citarse como: R. Poveda Bonilla, "Estudio comparativo de las políticas públicas de encadenamientos productivos del cobre en Chile, el Ecuador y el Perú", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/90), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Acrónimos.....	5
Introducción.....	7
I. Algunos conceptos básicos	11
II. El cobre y la cadena de valor de la fundición y el refinamiento.....	17
A. Reservas y producción de cobre	17
B. Oferta	18
C. Usos del cobre.....	21
D. La cadena de valor del cobre: la fundición y el refinamiento (FURE)	23
E. Estructura de la industria del cobre refinado	24
F. Oferta de cobre refinado	26
G. Demanda de cobre refinado	29
III. Marco normativo e institucional.....	31
A. Chile.....	34
1. La política esquivada de fundición y refinamiento del cobre	35
2. Encadenamientos productivos del cobre hacia atrás: curva de aprendizaje institucional	39
3. Una mirada horizontal: la educación superior y la investigación, el nexo entre la ciencia, la educación, la innovación y el crecimiento económico.....	42
4. Política Nacional de Minería: ¿una visión integral y de largo plazo?	44
B. El Perú.....	45
1. Enlaces productivos del cobre: primeros ensayos de política pública	46
2. Un centro de fundición y refinamiento regional: ¿un discurso político?	48
3. Un gobierno de transición y el retorno a la planificación productiva.....	49
4. Visión 2030, Clúster Minero y Hoja de Ruta Tecnológica.....	51
C. El Ecuador	53

1.	El Estado y su rol protagónico en el paradigma del conocimiento y la industrialización	55
2.	El Cambio de la Matriz Productiva: entre la utopía y el pragmatismo.....	57
3.	Plan de Industrias Básicas y Plan de Industrias Intermedias y Finales: ¿es posible un salto en la cadena de valor?	59
4.	Compras Nacionales: la contratación pública como una herramienta de desarrollo productivo	61
IV.	Modos de gobernanza, actores y recursos.....	63
A.	Chile	68
B.	El Perú.....	70
C.	El Ecuador	72
V.	Reflexiones finales, desafíos y recomendaciones	75
	Bibliografía.....	79

Cuadros

Cuadro 1	Instrumentos de política industrial.....	15
Cuadro 2	Puntajes en evaluación PISA 2018 (Chile y el Perú) y PISA D 2017 (el Ecuador)	50
Cuadro 3	Inversión de I+D como porcentaje del Producto Interno Bruto, países seleccionados, 2008-2017.....	57
Cuadro 4	Tipos de actores y su origen.....	66

Gráficos

Gráfico 1	Distribución de reservas de cobre en el mundo	18
Gráfico 2	Producción mina de cobre en el mundo	19
Gráfico 3	Diez principales empresas productoras de concentrado de cobre en 2019	20
Gráfico 4	Evolución del comercio de concentrado de cobre, 2018.....	21
Gráfico 5	Estados Unidos: usos de cobre y aleaciones de mayor consumo	22
Gráfico 6	Producción de cobre refinado en el mundo.....	26
Gráfico 7	Consumo global de cobre en el mundo	30
Gráfico 8	Principales hitos normativos e institucionales: Chile, el Ecuador y el Perú.....	33

Diagrama

Diagrama 1	Segmentos de la cadena de valor del cobre	24
------------	---	----

Acrónimos

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAGR	Tasa de Crecimiento Compuesta
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
CCM	Consejo de Competencias Mineras
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CESCO	Centro de Estudios del Cobre y la Minería
CGV	Cadenas Globales de Valor
CNL	Comisión Nacional del Litio
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
CODELCO	Corporación Nacional del Cobre de Chile
CMD	Comisión Minería y Desarrollo
COCHILCO	Comisión Chilena del Cobre
CONICYT	Comisión Nacional Científica y Tecnológica
ENAMI	Empresa Nacional de Minería
ENCMP	Estrategia Nacional del Cambio de la Matriz Productiva
FIC	Fondo de Innovación para la Competitividad
FURE	Fundición y Refinamiento
HRT	Hoja de Ruta Tecnológica
IEAM	Impuesto Específico a la Minería
I+D	Investigación y Desarrollo
METS	Equipos, Tecnología y Servicios para la Minería.
MICSE	Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMC	Organización Mundial del Comercio

PEIFF	Plan de Industrias Intermedias y Finales
PIAM	Programa de Innovación Abierta de Minería
PNBV	Plan Nacional del Buen Vivir
PNCP	Plan Nacional de Competitividad y Productividad
PNDP	Plan Nacional de Diversificación Productiva
PNM	Política Nacional de Minería
PPCM	Programa de Proveedores de Clase Mundial
SENESCYT	Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SINACYT	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
USGS	Servicio Geológico de Estados Unidos
VE	Vehículos eléctricos

Introducción

Los efectos económicos y sociales provocados por la pandemia del COVID 19 afloraron las profundas desigualdades de acceso a los servicios de salud, vivienda, electricidad, agua e internet, y recordaron la precariedad de los avances logrados en materia de empleos de calidad, aumento de los ingresos y reducción de la pobreza. Además, evidenciaron la fragilidad de las economías de América Latina y el Caribe, en la mayoría de los casos, altamente dependientes de la exportación de materias primas o de sectores con baja intensidad tecnológica y escasa incorporación a las cadenas globales de valor (CGV), y vulnerables a los choques externos mundiales.

Este recordatorio provoca nuevamente la discusión sobre la ruta de desarrollo que se ha seguido en América Latina y el Caribe que, en general, abandonó el modelo económico de industrialización y adoptó una estrategia de crecimiento orientada a la apertura de mercados y a las exportaciones de productos de bajo valor agregado. En ese camino, el patrón productivo se orientó a dar respuesta a la demanda incremental de materias primas de los grandes centros de fabricación de América del Norte, Europa y Asia. Este aumento de la actividad extractiva tuvo como correlato, por una parte, la reprimarización y desindustrialización precoz de los países de la región y, por otra, el incremento de la conflictividad social propiciada por las disputas sobre el territorio, el medioambiente y el agua.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) desde hace varios años ha estudiado la gobernanza de los recursos minerales. En la cadena de aprovechamiento de los minerales, desde su exploración, extracción, apropiación y utilización de la renta, y el posterior cierre de la actividad extractiva, algunos de los temas que se han observado son los insuficientes enlaces en los segmentos productivos más avanzados de los minerales, las limitadas políticas de desarrollo productivo en el sector minero, y el aislado desarrollo de las capacidades locales de los proveedores de bienes y servicios de alto contenido tecnológico.

En los procesos de transición hacia una economía baja en carbono, la producción del mineral de cobre, del cobre refinado y de los productos semielaborados y elaborados, necesarios para la transformación energética mundial, las disrupciones tecnológicas, la incorporación de nueva

infraestructura y el desarrollo urbano, retoman un especial interés para los fabricantes, las cadenas de suministro y los países poseedores del recurso y de las capacidades tecnológicas y de fabricación.

En 2019, Chile, con el 26,7%, y Perú, con el 11,4%, son el primer y segundo productores de cobre del mundo (USGS, 2020). La producción del cobre de mina tanto en Chile, desde 1990, como en el Perú desde 2000, ha tenido un incremento sostenido. Sin embargo, en el siguiente eslabón de la cadena, el cobre refinado, Chile pasó del primer lugar en el año 2000 con un 18%, al segundo lugar a nivel mundial con una participación equivalente al 9,6%, en 2019. En ese mismo período, el gran protagonista fue China que pasó del 9% al 40% de la capacidad de refinamiento de cobre, constituyéndose en el líder de este segmento. El Perú, sin haber tenido una posición protagónica anterior, en 2019 representa únicamente el 1,5% de la capacidad de refinación del mundo. Por su parte, el Ecuador, recién a partir de 2019 se incorpora al mapa mundial de producción de cobre de mina a gran escala con una participación todavía marginal y sin capacidad instalada de refinamiento. Finalmente, ninguno de los tres países se ha incorporado de forma significativa en las CGV del cobre en productos semielaborados y elaborados.

Desde otra perspectiva, en los eslabones anteriores de la cadena de extracción del cobre, en Chile y el Perú, el desarrollo de las capacidades productivas locales con contenido tecnológico ha estado limitado a pocos casos de éxito, sin que se haya logrado desarrollar un conglomerado de empresas proveedoras de bienes y servicios de la minería con un impacto relevante en las matrices productivas y de exportaciones de los países.

La investigación tiene como objetivo principal comparar críticamente los modos de gobernanza de las políticas de encadenamientos productivos y agregación de valor del cobre entre Chile, el Ecuador y el Perú, dilucidando las similitudes y diferencias en las políticas públicas que se producen entre ellos.

El estudio comparativo busca: i) analizar el contexto bajo el que opera la industria del cobre y los encadenamientos de su cadena de valor; ii) identificar el marco normativo, institucional y la agenda de políticas de agregación de valor al cobre; iii) especificar a los actores, los recursos que movilizan para influir en el proceso decisional y las interacciones que se producen entre ellos; iv) identificar los desafíos de gobernanza y política pública.

Las principales preguntas que guían el estudio y que se busca responder son: ¿cuáles son los elementos específicos y fundamentales de cada proceso de gobernanza? ¿Cuáles son las características de los marcos normativos e institucionales que regulan el recurso y las políticas de agregación de valor? ¿Cuáles son las diferencias y semejanzas en las políticas de encadenamientos productivos del cobre de Chile, el Ecuador y el Perú? ¿Quiénes han sido los actores y las áreas decisionales dominantes en el proceso de adopción de políticas públicas? ¿Cuáles son los desafíos de gobernanza y de política pública en cada caso y como subregión?

En torno a estas interrogantes, en la primera sección se analiza el contexto de la industria del cobre y la cadena de valor de la fundición y el refinamiento a nivel mundial y la situación de los tres países dentro de ese marco. A continuación, se analiza el marco normativo e institucional y los principales hitos y reformas en los procesos de políticas públicas de desarrollo productivo a partir del nuevo milenio. Luego, se comentan los modos de gobernanza y se comparan los actores que participan de la elaboración de las políticas públicas, los recursos que movilizan y sus modalidades de interacción. Finalmente, se proponen algunas reflexiones a partir de la comparación de los tres países seleccionados y se abordan los desafíos de la gobernanza y de política pública.

El documento se realizó sobre la base del marco conceptual y modelo analítico de la *“Guía metodológica para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales”* que busca entender el proceso de gobernanza tal como es en los hechos antes que evaluar normativamente

el deber ser (León y Muñoz, 2019)¹. De esta forma se busca aportar con evidencias empíricas que contribuyan a una gobernanza más efectiva de los recursos mineros en la región, y que permita a los países crear enlaces positivos de la actividad primario-exportadora con la innovación, el conocimiento y los encadenamientos productivos, en conexión con la agenda global de descarbonización de la economía, el acuerdo sobre el cambio climático de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

¹ El análisis de la gobernanza consiste en estudiar el proceso decisional, es decir, el conjunto de acciones e interacciones entre actores que permite decidir entre distintas alternativas de solución a un problema colectivo. El reto de la metodología será comprender, asumiendo el punto de vista del innovador, qué combinaciones específicas de las variables (actores, recursos, modalidades de interacción) hacen posible, dentro de un contexto, "decisiones no incrementales de política pública". Para más detalle sobre la metodología ver Dente y Subirats (2014).

I. Algunos conceptos básicos

Desde la década de 1960, las políticas industriales han transitado por ciclos que van desde la abierta aceptación y prioridad hasta el rechazo y casi inexistencia. Las recomendaciones de la CEPAL influyeron de manera significativa en el diseño de las políticas de la mayoría de los países de América Latina. La crisis económica y de la deuda de los años ochenta mermaron el prestigio de las propuestas de industrialización de la CEPAL. En las décadas de 1980 y 1990, como respuesta a la crisis, se implementaron los programas de ajuste estructural y las políticas económicas liberales pro mercado, que incluyeron las privatizaciones y el desmantelamiento de la participación e intervención estatal en las actividades productivas (Eder, 2019). Paradójicamente, mientras la política industrial era criticada en América Latina, en los años 80s diversas economías de Asia llevaban adelante políticas deliberadas de promoción de nuevos sectores con un alto grado de selectividad (Lavarello y Sarabia, 2015).

El éxito de la provincia China de Taiwán, la República de Corea y de Hong Kong (Región Administrativa Especial de China), que habían adoptado una variedad de políticas industriales, comerciales y tecnológicas, ayudaron a abrir nuevamente el debate sobre las políticas industriales. La crisis financiera internacional de 2008 contribuyó con el planteamiento de la necesidad de nuevas políticas para dinamizar la economía, impulsar el crecimiento económico y crear nuevas fuentes de empleo. De igual forma, el golpe ocasionado por la crisis resaltó las grandes transformaciones que se habían producido en los procesos de manufactura a nivel mundial. Los grandes centros de fabricación se habían trasladado hacia la región asiática reduciendo la participación de Europa y Estados Unidos. La complejidad de las CGV había cambiado la geografía productiva hacia nuevos territorios. Finalmente, el cambio acelerado ocasionado por las transformaciones tecnológicas replanteó los modelos de fabricación. A su vez, la presión generada por el consumo de materiales y el impacto en el ambiente demandaba procesos de fabricación más eficientes (O'Sullivan y otros, 2013).

Desde la perspectiva de la CEPAL, una preocupación fundamental, desde el mismo momento de su nacimiento, fue la especialización primario-exportadora de la región y el deterioro de los términos de intercambio, causantes de la divergencia creciente entre los países de la región (rezagados en términos de innovación y tecnología) y los países industrializados (permanentemente innovadores).

El auge de precios de las materias primas y su posterior declive permitió constatar los escasos avances en la transformación productiva, el déficit en innovación y los débiles enlaces en las cadenas de valor de los productos con alto contenido tecnológico que existían en América Latina. El renovado interés por las políticas industriales de las últimas dos décadas tuvo un nuevo recordatorio a nivel mundial con la pandemia del COVID-19. En esta ocasión, la fragilidad de las economías, la volatilidad de los precios de las materias primas y la interrupción de las cadenas de suministro y producción pusieron sobre la arena de discusión política la imposibilidad de sostener el crecimiento económico de largo plazo en países altamente dependientes de recursos naturales. Asimismo, llamaron la atención sobre la urgente necesidad de impulsar un nuevo modelo de desarrollo que permita la incorporación de la investigación, la innovación y la tecnología en las cadenas de valor de los recursos naturales como vectores necesarios para el incremento de la productividad y el desarrollo de economías basadas en el conocimiento, el talento humano y la diversificación productiva.

El cambio estructural progresivo propuesto por la CEPAL está basado en un gran impulso ambiental, concebido como la sustitución de las actividades que tengan un alto impacto ambiental, reducido dinamismo tecnológico y pocos eslabonamientos productivos y empleos, por una estructura productiva basada en actividades de elevado dinamismo tecnológico, fuertes encadenamientos productivos, empleo de calidad y baja huella ambiental. El cambio estructural resulta de la interacción de dos fuerzas interrelacionadas: i) la innovación, comprendida en forma amplia como la necesidad de nuevas y más variadas actividades y, en especial, los aprendizajes necesarios para realizarlas aprovechando sus oportunidades económicas; y, ii) los encadenamientos que provocan que esa innovación o aprendizaje en una actividad genere cambios tecnológicos y valor agregado en otras actividades complementarias. En este camino se necesitan políticas activas más fuertes que estimulan los enlaces con los sectores clave para la innovación y el *upgrading* tecnológico necesario para el desarrollo de economías basadas en conocimiento y un crecimiento de base amplia (CEPAL 2015; Altomonte y Sánchez, 2016; Domínguez y otros, 2019).

Además de la CEPAL, otros organismos internacionales han abordado con distinto enfoque e importancia las políticas industriales. Para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que reconoce la necesidad de políticas de desarrollo productivo, al mismo tiempo sugiere que se debe proceder con cautela en virtud de las dificultades técnicas y políticas de su aplicación. El Banco, hace mucho énfasis en las capacidades técnicas, operativas y políticas del sector público, así como de formas organizativas y modelos operativos que permitan la experimentación, la retroalimentación con base a resultados y la adaptación. Desde este enfoque, el conocimiento imperfecto y asimétricamente distribuido entre el Estado y el sector privado, hace imperativo un mecanismo de colaboración, evaluación y rendición de cuentas (BID, 2015; Cornick, 2016).

El Banco Mundial, por su parte, ha sido un gran difusor de la política neutral en los países en desarrollo. En algunos trabajos desarrollados luego de la Gran Recesión de 2008, sobre todo enfocados al continente africano, se reflexiona sobre el retorno de las políticas industriales. En estos, se argumenta que la crisis financiera y económica mundial obligó a los investigadores y a los responsables de la formulación de políticas a enfrentarse a la realidad de que muchos objetivos importantes de las políticas nacionales y mundiales (igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos, estabilidad e inclusión financieras, protección del medio ambiente y control de la contaminación, etc.) a menudo no se reflejan en los precios de mercado y los mercados no los alcanzan por sí mismos. Al analizar la situación global, afirman que, a pesar de las diferencias históricas sobre las políticas industriales, en la actualidad se han convertido en una cuestión de casi sentido común entre los líderes de diferentes tendencias políticas, que las promueven como vehículo para la creación de empleos de alta calificación, la construcción de sociedades más equitativas y la protección del medio ambiente (Stiglitz y otros, 2013).

Por otra parte, la OCDE estudia ampliamente las políticas industriales y su evolución en los diferentes países miembros, sobre todo a partir de la fuerte competencia de manufactura asiática. Para esta organización, las políticas industriales son:

Acciones del gobierno destinadas a apoyar un proceso de cambio estructural que aumenta la productividad, mejora las competencias nacionales y crea más y mejores puestos de trabajo. Este es el resultado de una coordinación y secuenciación de iniciativas en varios campos, incluyendo la ciencia, la tecnología y la innovación, el capital humano, la infraestructura, las finanzas, el comercio. Estas políticas se organizan a menudo como materialización de estrategias para el desarrollo productivo. Suelen incluir tanto medidas horizontales para fomentar el desarrollo del sector privado, así como políticas selectivas para fomentar el desarrollo de actividades o grupos específicos (OCDE, 2013).

El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) asume un enfoque más cauteloso en relación con el Estado y plantea un rol central de las empresas, ya que, según su visión, son estas las que deben impulsar prioritariamente la innovación, adoptando nuevos conocimientos y técnicas productivas y comercializando nuevos productos y procesos con el apoyo de académicos e investigadores. El sector público debe proveer los habilitadores necesarios para que estas innovaciones se puedan desarrollar y poner en ejecución (CAF, 2020).

Los criterios sobre las políticas industriales en el nuevo milenio han estado profundamente divididos. Por una parte, las posiciones neoliberales que tienen una reserva muy fuerte por cualquier clase de política industrial. Parte de sus razones las atribuyen a las experiencias negativas de algunos países de América Latina y África en la década de 1980. De acuerdo con sus argumentos, las políticas industriales son irrelevantes y contraproducentes para el desarrollo económico y productivo. No son necesarias ya que el libre mercado de manera automática garantiza una asignación óptima de recursos, por lo que una intervención del Estado sólo se justifica para corregir fallas de mercado. Según sus conclusiones, la implementación de una política de industrialización por sustitución de importaciones podría ocasionar fallas del Estado mucho más graves que cualquier falla o imperfección de mercado. Entre las fallas de mercado se destacan cinco: competencia imperfecta, fallas de información, externalidades negativas, bienes públicos y fallas de coordinación. En cambio, en las fallas del Estado se encuentran la captura de intereses privados (nepotismo, amiguismo, corrupción, obtención de rentas), mala asignación de recursos (eligiendo a perdedores), y competencia indebida con las iniciativas privadas (Ramirez, 2003; Mazzucato y Penna, 2014; Dietsche, 2018).

Otro de los puntos de vista desde el que se cuestiona la importancia de las políticas productivas como instrumentos necesarios, es el surgimiento de las sociedades de la información posindustriales, que, en la era digital, producen el desplazamiento de la manufactura por activos intangibles o inmateriales. Sobre este tema, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) encuentra que la definición de industria no se limita necesariamente a la manufactura. La industria comprende al conjunto de actividades que permiten la transformación de los resultados de la I+D en nuevos productos, bienes de consumo y servicios, jugando el rol de correa de transmisión entre la ciencia y el consumo. Una ola de nuevas tecnologías está transformando el panorama industrial. "El surgimiento y la difusión de las tecnologías de producción digital avanzada (PDA) de la cuarta revolución industrial están alterando radicalmente la producción manufacturera, desdibujando cada vez más las fronteras entre los sistemas de producción física y digital" (ONUDI, 2020). Los modelos de manufactura están evolucionando desde procesos de automatización especializada a nivel de fábrica y una robotización aislada y estandarizada hacia otra con procesos más complejos y autónomos, que abarcan toda la cadena de valor de los productos, con una robotización colaborativa y con nuevos protocolos de interacción entre personas y máquinas, y entre máquinas y máquinas (Castillo y otros, 2017).

Existe una fuerte asociación entre la capacidad industrial de los países y la difusión de nuevas tecnologías. Precisamente, los países pueden incorporarse como productores o usuarios de PDA,

gracias a las capacidades adquiridas en la producción de manufacturas. En este sentido, la principal barrera que se presenta en las economías en desarrollo para la adopción de las tecnologías PDA en los procesos productivos es la carencia de capacidades industriales previas. A nivel de empresas, de acuerdo con encuestas realizadas por el Banco Mundial, las capacidades productivas son el principal factor determinante para la incorporación de nuevos procesos tecnológicos. Las nuevas tecnologías además de contribuir con la creación y comercialización de nuevos productos y en la eficiencia de la producción, en condiciones apropiadas, también pueden promover la sostenibilidad ambiental y la inclusión social (Ramírez, 2003; ONUDI, 2020).

Por otra parte, desde una posición heterodoxa, se defiende la importancia y utilidad de las políticas productivas. Sobre la base de evidencias empíricas, Padilla (2014) afirma que la estabilidad macroeconómica y el desarrollo exportador basado en recursos naturales, escaso valor agregado y mano de obra de bajo costo, que ha caracterizado a la mayoría de los países de América Latina, desde la década de 1990 no han permitido un desarrollo sostenible e incluyente. Según el autor, esta evidencia empírica refleja la necesidad de contar con una política industrial activa e integral para lograr un cambio estructural profundo. El siguiente argumento a favor de las políticas industriales está dado por los bajos crecimientos de la productividad de la región frente a otros países como los asiáticos. Y, finalmente, el hecho de que los países desarrollados han tenido y continúan aplicando políticas industriales que les ha permitido sustentar un modelo de desarrollo de largo plazo basado en el cambio estructural. Sobre este último punto, Chang (2002) contribuyó al debate en su pronunciamiento a favor de las medidas proteccionistas y la aplicación de las políticas industriales, sobre la base de comprobar que los países desarrollados habían aplicado políticas proteccionistas hasta crear una base industrial estable. Luego de tener una base industrial competitiva propiciaron las estrategias de apertura comercial, los flujos de inversión extranjera, la proliferación de acuerdos bilaterales y multilaterales con limitaciones a los instrumentos de política pública.

Con un enfoque desde la innovación, Mazzucato (2013) cuestiona el rol pasivo del Estado como una entidad burocrática que necesita intervenir estáticamente para corregir fallas del mercado, y argumenta a favor de un Estado que debe crear mercados, es decir, el emprendimiento dinámico e innovación no es un tema sólo del sector privado. En su libro, *El Estado emprendedor: mitos del sector público frente al privado*, la autora demuestra, por ejemplo, que cada una de las tecnologías que dotaron de inteligencia al iPhone (Internet, Sistema de Posicionamiento Mundial (GPS), pantalla táctil, y Siri) contaron con financiamiento directo del sector público. De igual forma, muestra que el Estado no solo financió las tecnologías que causaron el advenimiento de la informática o de la energía renovable (computadoras, energía solar y eólica, células de combustible), sino que también creó una red de actores públicos y privados descentralizados, proporcionó financiamiento para las etapas tempranas, e ideó créditos tributarios especiales a favor de algunas actividades. El desafío, señala Mazzucato (2017), no es "tratar de determinar si a los Gobiernos les corresponde intervenir o no, sino entender cómo se puede elegir ciertas direcciones y caminos y determinar la manera de movilizar y gestionar actividades que conduzcan a la resolución de desafíos sociales y tecnológicos dinámicos". Por ello, al hacer frente a los retos sociales, los Estados han tenido que guiar el proceso y fijar el rumbo hacia nuevos paradigmas tecno-económicos, que no surgen de las fuerzas de los mercados por mera generación espontánea (Pérez, 2004).

Según Lavarello y Sarabia (2015), dado su carácter altamente controversial, la política industrial no cuenta con una definición ampliamente compartida. Los autores comprenden que la política industrial involucra un conjunto de acciones selectivas orientadas a ciertas actividades manufactureras que, por su potencial de encadenamientos y rendimientos crecientes dinámicos, son posibles de inducir el cambio estructural y aumentar la productividad de la economía. En la tarea por definir la política industrial recogen la definición de Chang, (1994) en la que sostiene que la política industrial es una política selectiva, sectorial o focalizada: esto es, una política que deliberadamente favorece industrias o sectores, desafiando a las

señales de mercado, con efectos frecuentemente sobre la eficiencia y la productividad de las industrias seleccionadas, así como del conjunto de la economía. En línea con esta definición, Johnson (1984) define la política industrial como las actividades de los gobiernos con la intención de desarrollar o reducir diferentes industrias en una economía nacional con el objetivo de mantener la competitividad global. Por su parte, Padilla (2014) hace una definición de la política industrial como un proceso dinámico en que el Estado aplica una serie de instrumentos encaminados a la promoción y el fortalecimiento de actividades específicas o agentes económicos, basada en las prioridades del desarrollo nacional. Al analizar un grupo de definiciones hechas por algunos autores, Ramírez, (2003) afirma que no debe hablarse de política industrial si no existe una orientación de las medidas hacia algunos segmentos de la estructura productiva, lo que supone la intervención del Estado de manera premeditada para el desarrollo de algunos segmentos de la estructura productiva e, implícitamente, la discriminación del resto de segmentos no prioritarios y, por ende, la ausencia de neutralidad.

Sin pretender haber agotado la discusión sobre los alcances de una definición de política industrial, es pertinente avanzar a una taxonomía de las áreas de intervención de la política industrial (Cuadro 1). Al efecto, siguiendo a Lavarello y Sarabia (2015), se pueden distinguir tres áreas de intervención: i) El desarrollo de una infraestructura de ciencia y tecnología, sumada a una política de incentivo a la generación de capacidades tecnológicas y a la innovación. Entre las herramientas usadas están los fondos concursables, becas de posgrado, estímulos fiscales, créditos subsidiados, entre otros. ii) Instrumentos que afectan selectivamente las señales económicas y los contextos de selección, dirigidas a promocionar industrias seleccionadas, entre ellos, aranceles, incentivos fiscales, subsidios, compras públicas, normativa de propiedad intelectual, financiamiento, entre otros. iii) Arreglos institucionales para la coordinación en el flujo de la información y las inversiones. En este grupo se puede agrupar a las políticas comerciales, a través de los acuerdos bilaterales y multilaterales de libre comercio, la regulación de la inversión extranjera directa y los esquemas para fomentar las exportaciones. Además de otros instrumentos como las políticas de apoyo a la pequeña y mediana empresa, la promoción de proyectos conjuntos público-privados de I+D, y subsidios a actividades privadas de I+D, entre otras.

Cuadro 1
Instrumentos de política industrial

Horizontales "activas"	Horizontales "pasivas"	Políticas selectivas
Proyectos conjuntos de I+D.	Estabilidad macroeconómica.	Programas de desarrollo de clústeres.
Crédito tributario a la I+D.	Fortalecimiento de la infraestructura.	Programas de emprendimientos focalizados.
Subsidios a la I+D.	Acuerdos bilaterales o multilaterales.	Desarrollo de proveedores.
Financiamiento a la capacitación especializada.	Apertura al capital extranjero.	Compras públicas.
Programas públicos de actualización de competencias.	Facilidad para apertura de nuevos negocios.	Empresas públicas.
Asistencia técnica.	Estado de derecho y seguridad jurídica.	Formación focalizada.
Fondos de capital de riesgo.	Promoción de las exportaciones.	Investigación orientada por misión.
Normas técnicas.	Fortalecimiento del sistema educativo.	Créditos y garantías focalizados.
Desarrollo de redes empresariales.		Financiamiento e inversión pública focalizada.
		Estímulos fiscales.
		Barreras sobre el comercio exterior.
		Incubación de nuevas empresas o industrias.
		Creación de centros científicos y de investigación.
		Gestión estratégica de la propiedad intelectual.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de: Alvarez y Sutin, 2017; Padilla, 2014; Lavarello y Sarabia 2015.

De acuerdo con Warwick (2013), las políticas industriales pueden materializarse tanto a través de instrumentos horizontales como de intervenciones selectivas, con una amplia gama de modalidades de aplicación de ambos tipos. Por una parte, se distinguen instrumentos de acuerdo con el canal de transformación que busca despejar y, por el otro, el carácter horizontal o selectivo de la intervención, como también, en este último caso, el alcance de la intervención selectiva (Alvarez y Sutin, 2017). Entre las herramientas de políticas horizontales se tiene: garantías a créditos bancarios, subsidios o créditos tributarios a la I+D, subsidios de capacitación, programas de certificación de calidad, normas técnicas. De igual forma, políticas de carácter horizontal que promueven la creación de nuevas empresas: capital semilla, capital de riesgo, incubación de empresas. En las políticas selectivas están: el desarrollo de clústeres, las compras públicas, la formación focalizada, las políticas de emprendimiento asociadas a los clústeres, programas de emprendimientos localizados, el desarrollo de proveedores, empresas públicas, I+D orientados, garantías y créditos focalizados, y atracción de inversiones extranjeras, entre otras.

En definitiva, el debate sobre la necesidad de las políticas de desarrollo productivo encontró nuevamente un espacio de acogida en el nuevo milenio a partir de las fisuras que se evidenciaban en el modelo neoliberal que privilegia los indicadores macroeconómicos de generación de riqueza, crecimiento, aumento de las exportaciones y del flujo de divisas e ingresos fiscales, y posterga el crecimiento sostenido, inclusivo y fuerte, basado en el incremento de la productividad, la sofisticación y la diversificación de la economía. Después de la crisis financiera, se amplió el lugar para las políticas industriales y la importancia del sector industrial como dinamizador del crecimiento económico y de la generación de empleos. En esta dirección, nuevas preocupaciones globales, la desindustrialización de algunos países, el cambio climático, la eficiencia en la utilización de recursos y los efectos de la globalización en materia de flujos de información e inversiones estimularon el debate sobre el rol de los gobiernos para intervenir en determinados sectores, tecnologías o actividades industriales. Nuevamente, con la crisis sanitaria, económica y social ocasionada por la pandemia del COVID-19 se amplifica el entorno para la deliberación sobre el protagonismo del Estado en los planes de recuperación económica que se anuncian e implementan dentro de los límites endógenos y exógenos de cada país y región (O'Sullivan y otros, 2013).

Las decisiones de política económica e industrial no tienen un carácter particular o un estándar específico que seguir. Como lo afirman Chang y Zach (2018), de toda la gama de políticas, no hay una política que haya funcionado o no funcionado en donde ha sido implementada. Es decir, el punto no está en qué herramientas de política pública se puede utilizar sino cuál es el propósito y cómo son usadas esas políticas, siendo indispensable mantener la voluntad política y no abandonar el objetivo fundamental de la transformación productiva. Como complemento a esta tesis, Mazzucato (2017) plantea que es fundamental que los Gobiernos no solo elijan diferentes tecnologías o sectores, sino que se pregunten qué quieren obtener de ellos. La autora cita a Stirling (2020), quien afirma que no se trata de la elección de ganadores sino de involucrarse ampliamente en toda la sociedad con el objeto de crear las condiciones más favorables para decidir incluso qué significa "ganar".

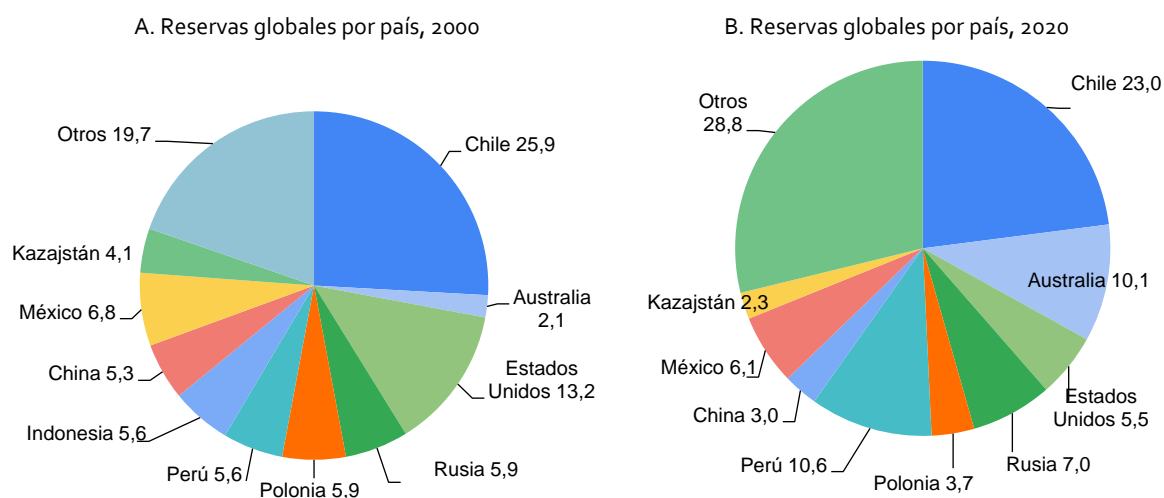
II. El cobre y la cadena de valor de la fundición y el refinamiento

A. Reservas y producción de cobre

De acuerdo con información del Servicio de Prospección Geológica de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés: *United States Geological Survey*), las reservas de cobre a nivel mundial se ubican en 870 millones de toneladas². De esta cantidad, Chile y el Perú acumulan el 33.5%. Conforme se aprecia en el gráfico, junto con Australia (10,1%), Rusia (7%), México (6,1%), y Estados Unidos (5,5%) acumulan el 62,2% de las reservas de cobre del mundo. Desde inicios del milenio, las reservas del mundo se han multiplicado por 2.6 veces, pese a un crecimiento sostenido de la demanda. Las reservas del Perú se han multiplicado por 4.6 veces, y las de Chile por 2.3 veces. El caso más destacado es el de Australia, que elevó sus reservas en casi 13 veces, lo que le permitió ser el tercer país en volumen de reservas. Por otra parte, tanto Estados Unidos como China disminuyeron su participación en las reservas totales a pesar de haber incrementado sus reservas en volúmenes absolutos (USGS, 2001, 2021).

² Las estimaciones sobre los recursos disponibles y las reservas globales de cobre son dinámicas. Al respecto, se debe considerar que el concepto de reserva está basado en la rentabilidad económica de extracción de un recurso mineral con la tecnología existente y a un precio determinado, por lo que las cifras de reservas varían conforme se efectúan campañas exploratorias para determinar nuevos recursos, se desarrollan nuevas tecnologías que optimizan o mejoran los procesos de extracción y los precios permiten que sea económicamente rentable su aprovechamiento.

Gráfico 1
Distribución de reservas de cobre en el mundo
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de USGS (2001, 2021).

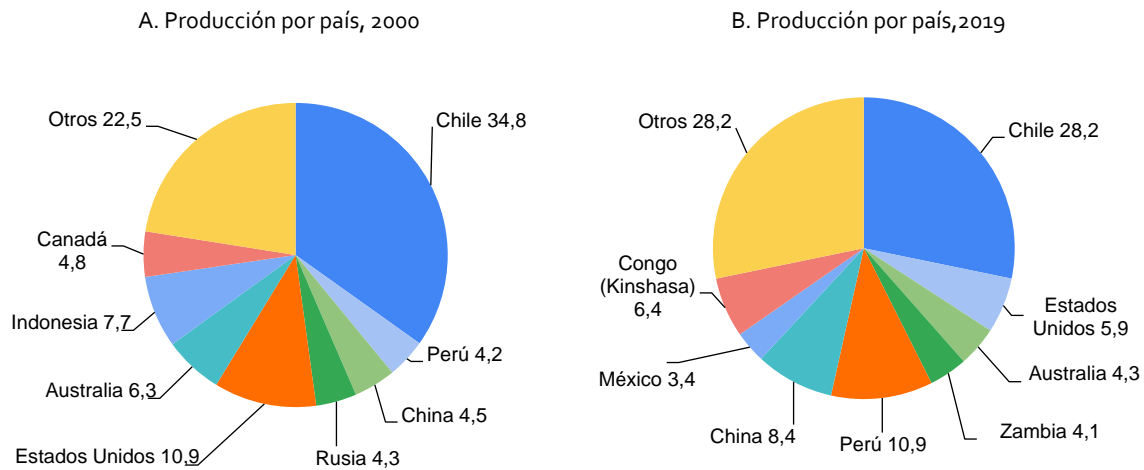
B. Oferta

La producción minera mundial de cobre disminuyó levemente a un estimado de 20 millones de toneladas en 2020 de 20.4 millones de toneladas en 2019, debido principalmente a bloqueos de COVID-19 en abril y mayo. En 2020, Chile fue nuevamente el principal productor mundial con el 28,2%. Sin embargo, su participación disminuyó de 34,8% al 28,2% entre 2000 y 2020, una disminución de 6.6% (véase el gráfico 2). El liderazgo productivo de Chile lo ocupa desde la década de 1990 cuando superó a Estados Unidos, quien había mantenido su liderazgo por casi un siglo. Por su parte, Perú ocupa la segunda posición desde 2009 (con excepción de los años comprendidos entre 2012 y 2015 en que fue superado por China) (De Echave, 2020). La producción de cobre del Perú pasó de menos de 0.5 millones de toneladas en 2000 a 2,5 millones en 2020, con un salto productivo considerable a partir de 2014, con la entrada en operación de las minas de Toromocho, Constancia, Las Bambas y la ampliación de Cerro Verde.

En el caso de China, con un nivel estable de volumen de extracción de 1,6 millones de toneladas, se mantiene como el tercer productor de concentrados de cobre a nivel global en el período analizado (con excepción de los años comprendidos entre 2012 y 2015 en los que ocupó el segundo lugar). Otro de los productores asiáticos, Indonesia, ha perdido protagonismo en el ranking. Su producción pasó de 1.012.000 toneladas en 2000 a 340.000 toneladas en 2020.

En el continente africano, dos países ganan un espacio entre los primeros productores de cobre del mundo, la República Democrática del Congo (6,4%) y Zambia (4,1%). En el primer caso, su producción pasó de 250.000 a 1,3 millones de toneladas entre 2000 y 2020. El salto productivo de concentrado de cobre de la República Democrática del Congo también se observó en la producción de cátodos (cobre refinado) como se observará más adelante. En Zambia la producción se incrementó de 240.000 a 830.000 toneladas en el período (Sikamo, y otros, 2016, USGS, 2021).

Gráfico 2
Producción mina de cobre en el mundo
(En porcentajes)



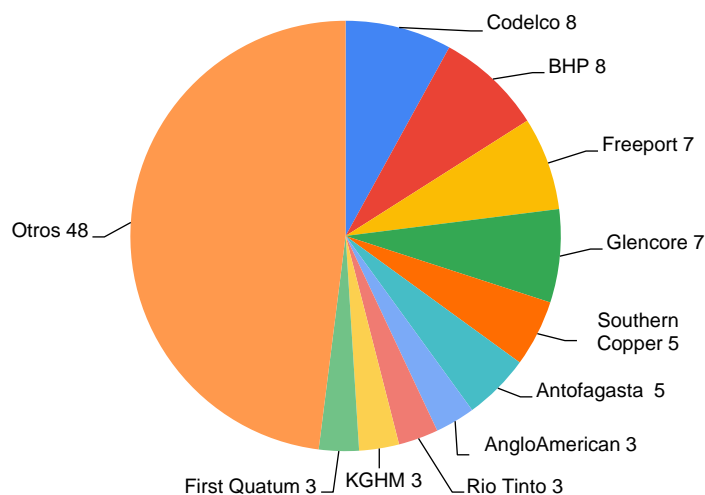
Fuente: Elaboración propia con datos de USGS (2001, 2021).

La producción de cobre a nivel mundial está distribuida en los cinco continentes. Los principales actores productivos son sobre todo empresas privadas transnacionales, con pocas empresas de propiedad estatal, entre ellas la Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO), una de las principales productoras del mundo. En la actualidad, diez empresas concentran el 52% de la producción de concentrado de cobre, seguidas de una larga lista de productores (Gráfico 3). Las diez empresas concentran el 53%, incluidas la estatal chilena responsable del 9% de la producción mundial de cobre de mina, y las empresas privadas de la región, Antofagasta Minerals (4%) y Southern Copper (4%), con capitales chilenos y mexicanos, respectivamente. La importancia de América Latina y el Caribe, y de manera especial de Chile y Perú, en la producción de cobre se puede apreciar también a nivel de operaciones productivas. De las diez minas de cobre más grandes del mundo, siete están en la región, tres en Chile, tres en el Perú y una en México (DBS, 2018). En términos de concentración, la consolidación de la producción de cobre es comparable a la del níquel, la bauxita o el zinc, pero considerablemente menor que la del mineral de hierro³ o la del litio⁴ (Hatch, 2017).

³ De acuerdo con Hatch (2017), cinco empresas concentran el 77% de la producción de mineral de hierro a nivel global.

⁴ De acuerdo con (USGS, 2020), cuatro países (Australia, Argentina, Chile y China) representaron el 96% de la producción de litio en 2019. Asimismo, cuatro empresas, Talison, SQM, Albemarle y Livent, controlan la mayor parte de la producción.

Gráfico 3
Diez principales empresas productoras de concentrado de cobre en 2019
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de Statista (2020), [en línea] <https://www.statista.com/statistics/692652/distribution-of-global-copper-production-by-producer/> [fecha de consulta: agosto de 2020].

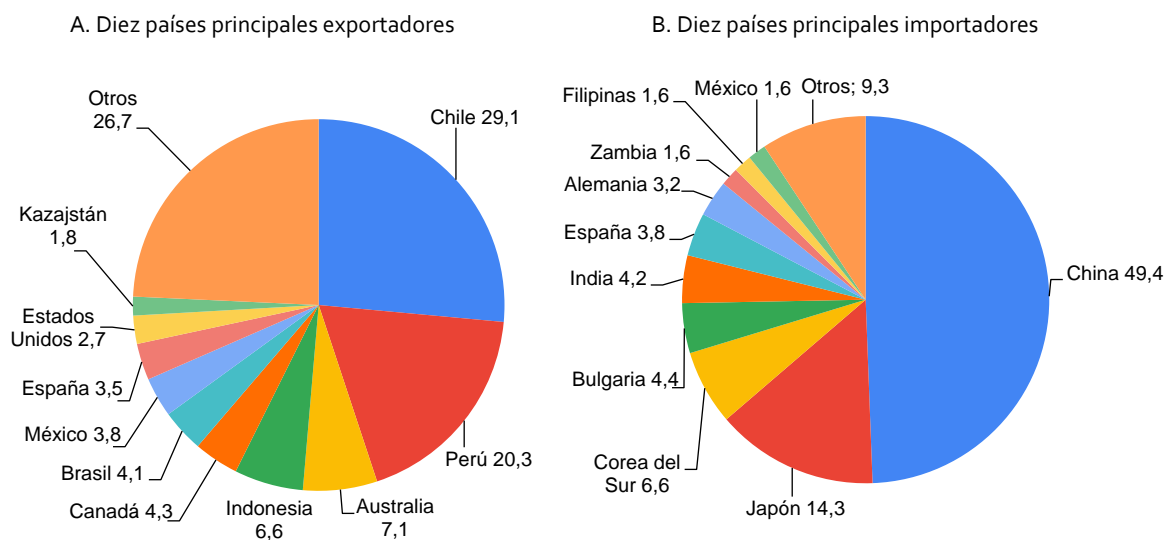
Las exportaciones mineras en Chile desde 2000 hasta 2019 han representado, en promedio, el 50% de las exportaciones del país. El valor de las exportaciones mineras en 2019 totalizó 36.321 millones de dólares (52%), con el cobre explicando un 92% del total del valor de los envíos mineros⁵. En el caso del Perú, el sector minero en 2019 representó 28.372 millones de dólares en exportaciones (57% de las exportaciones del país), y el cobre aportó con el 46% de ese valor⁶. Chile y Perú son los únicos países de la región en donde el sector de minería y metales representa más de la mitad de las exportaciones totales de bienes y, además, supera el 10% del PIB. Las exportaciones de cobre de Chile y Perú tienen como destino principal los países asiáticos que concentran el 79% de las exportaciones de Chile y el 82% del Perú. En el caso de Chile, de las exportaciones de cobre (33.401 millones de dólares), el 42% corresponde a cátodos de cobre (producto refinado) y el 58% a concentrado (mineral). Por su parte, el Perú muestra un gran predominio de las exportaciones de cobre de mina sin un proceso de fundición o refinación. Del total de exportaciones de cobre (13.045 millones de dólares), el 88,5% corresponde a concentrado y el restante 11,5% a cátodos de cobre (CEPAL, 2018a; DATASUR, 2019; SUBREI, 2020).

En las últimas décadas, el balance exportador favorable de América del Sur ha sido impulsado sobre todo por Chile y Perú. Estos dos países concentran el 85% de las exportaciones regionales del mineral. A nivel mundial, Chile (29,1%) y Perú (20,3%) son por mucho los principales países exportadores de concentrados de cobre. A estos, se suman Brasil (4,1%) y México (3,8%), consolidando la posición excedentaria de América Latina y el Caribe. Además, junto con Estados Unidos (2,7%) y Canadá (4,3%), giran la balanza hacia América (64,3%) como el continente con seis de los diez principales países exportadores de materia prima de cobre (Gráfico 4). Por otro lado, la región que se constituye en la importadora neta de concentrado de cobre es la asiática con el 81,9% de las importaciones, y cinco de los diez principales importadores de concentrado de cobre, liderados por China (49,4%), Japón (14,3%), la República de Corea (6,6%), la India (4,2%), y Filipinas (1,6%).

⁵ El resto de las exportaciones mineras se dividen entre: molibdeno (óxido y concentrado), carbonato de litio, oro, hierro y plata.

⁶ Los demás productos de exportación minera corresponden a: oro (24,5% del total de productos mineros), zinc, hierro, plomo, molibdeno, plata y estaño.

Gráfico 4
Evolución del comercio de concentrado de cobre, 2018
(En porcentajes)



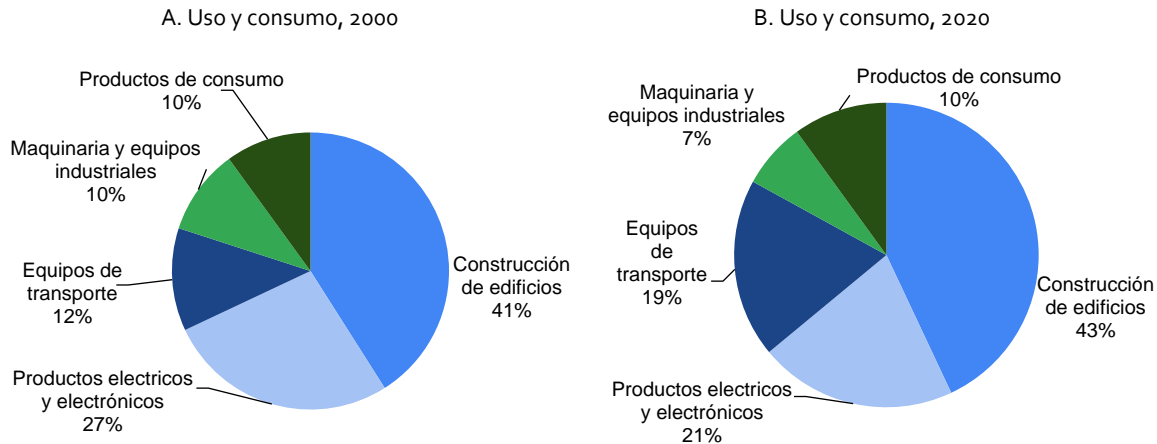
Fuente: Elaboración propia sobre la base del Observatorio de Complejidad Económica (2020).

C. Usos del cobre

El cobre es un metal omnipresente en la vida diaria. Es utilizado en un sin número de aplicaciones debido sobre todo a sus características únicas de conductividad eléctrica, que lo hace además difícil de sustituir. Proporciona ventajas mecánicas importantes y es conocido como un metal blando y maleable. Otra de sus características es la eficacia antimicrobiana por lo que es usado en decenas de aleaciones que combaten la proliferación de bacterias. Históricamente, la demanda del cobre ha crecido en línea con el crecimiento económico mundial; sin embargo, en las últimas dos décadas China ha sido prácticamente el único impulsor de la demanda global (Hatch, 2017; Sánchez, 2019). El incremento en otros mercados ha sido relativamente marginal. El crecimiento del consumo en China fue impulsado sobre todo por grandes inversiones y estuvo relacionado con el crecimiento de los sectores de la construcción, la infraestructura, la electricidad y la manufactura.

Dado que el cobre es un metal que se viene utilizando desde hace muchos años en industrias que llevan varias décadas de desarrollo, los usos finales se han mantenido relativamente estables (ver siguiente gráfico). El cobre a nivel mundial ha sido utilizado en los mercados de mayor consumo en los años 2000 (Estados Unidos) y China (2019), principalmente en los sectores de la construcción de edificios (alambres, cables, tuberías y tubos de aire acondicionado, chapas de cobre y productos aleados); consumo general (accesorios, artillería militar y comercial, electrónica de consumo, sujetadores y cierres, monedas, utensilios y cubiertos); equipos de energía y redes eléctricas; maquinaria industrial (equipos, válvulas y accesorios industriales); y, transporte (automotriz, marítimo, ferroviario, aeronáutico y aeroespacial) (CRU, 2018). De acuerdo con Roskill (2018), en el año 2000, el 60% del consumo de cobre estuvo relacionado con sus propiedades de conductividad eléctricas. Sin embargo, para el 2018, esta relación fue del 79%.

Gráfico 5
Estados Unidos: usos de cobre y aleaciones de mayor consumo
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de USGS (2001, 2021).

Los cambios en los patrones de consumo y la tendencia hacia una economía electrificada impulsan el consumo de cobre. En los próximos años se espera una tasa de crecimiento del 3% anual, impulsada sobre todo por la transición hacia la producción de energías bajas en carbono y la electrificación de las tecnologías de transporte. La transición hacia los vehículos eléctricos (VE) será un vector importante si se considera que una batería eléctrica contiene cuatro veces más cobre que una batería de un vehículo de combustión (80 kg frente a 20 kg). DBS (2018) proyecta que la demanda para VE crecerá de un poco más de 200.000 toneladas en 2018 a casi dos millones de toneladas en 2030. Este crecimiento hará que el consumo de cobre en VE pase de menos del 1% en 2018 a más del 8% en 2030. Igualmente, el crecimiento de las energías renovables variables (solar y eólica) en la matriz eléctrica mundial se espera que acelere el crecimiento de la demanda de cobre, ya que la intensidad en su uso es significativamente mayor que en el caso de las energías convencionales como la hidráulica, nuclear o de carbón⁷ (COCHILCO, 2017; DBS, 2018).

El sector salud es otro ámbito de nuevos usos del cobre. El cobre en la última década se ha usado como agente antimicrobiano. A partir del registro de más de 300 aleaciones de cobre para combatir la proliferación de bacterias, efectuado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés: *Environmental Protection Agency*), se comenzó a utilizar en varias aplicaciones para evitar las infecciones sobre todo en centros de salud, clínicas y hospitales (ICSG, 2019). En un estudio de COCHILCO (2017) se mencionan varias investigaciones sobre las bondades antimicrobianas del cobre y casos de utilización en diferentes centros hospitalarios en varios países, incluido Chile, con resultados muy positivos. Este nuevo mercado del cobre, que todavía se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo, adquiere mayor importancia a partir de la pandemia global del COVID-19. Los desafíos en materia de salud pública y de ocupación de espacios públicos o privados de alto tránsito de personas impulsarán innovaciones tecnológicas, ampliarán el ámbito de ocupación y representarán oportunidades para la agregación de valor en los segmentos finales de la cadena de producción del cobre.

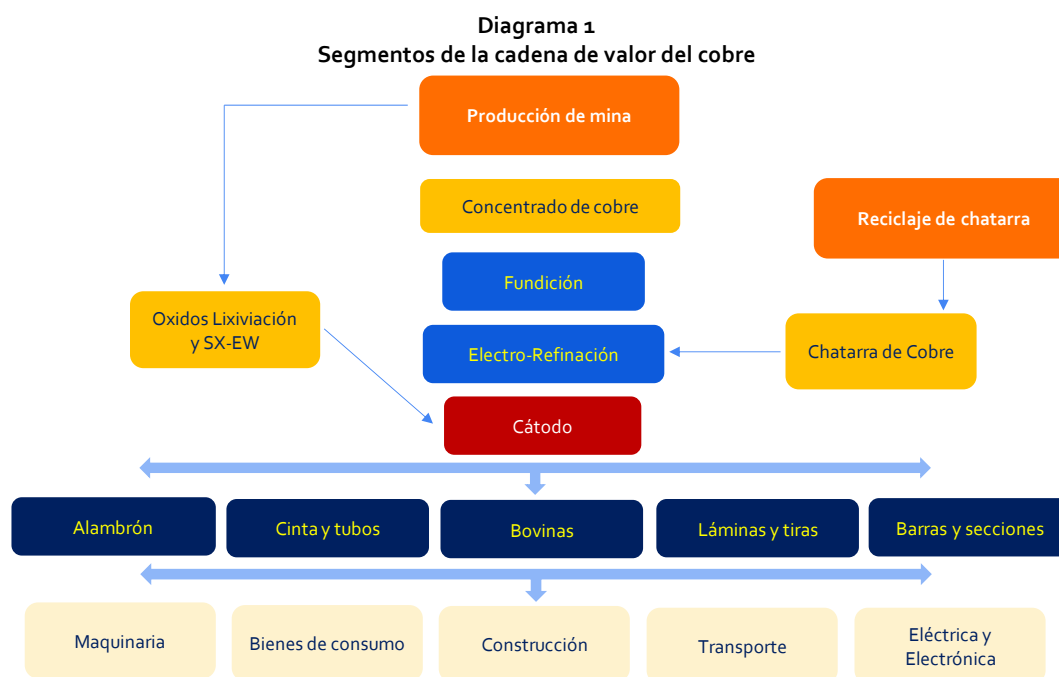
⁷ Existe una relación de 2 Kg/KW de cobre usado en energía hidráulica o de carbón, frente a 10 kg/KWH en energía eólica (off shore), 5 kg/KWH en energía solar fotovoltaica, y 4 kg/KWH en energía eólica en continente.

Otro factor que apoyará el crecimiento sostenido de la demanda de cobre en el largo plazo es la industrialización y urbanización de países en vías de desarrollo, donde la demanda provendría del sector de tendidos y redes eléctricas. India será el principal impulsor de esta tendencia, en línea con su expansión demográfica y aumento esperado en el ingreso per-cápita⁸. China continuará siendo el principal consumidor de cobre, sin embargo, su crecimiento del consumo será más moderado que el observado en las últimas dos décadas (CRU, 2018). Históricamente se habla de un segundo punto máximo en el consumo de cobre cuando las economías emergentes se desarrollan y maduran. Estados Unidos y Japón tuvieron un primer punto máximo de consumo de cobre (11 kg/per cápita) cuando tenían un Producto Interno Bruto per cápita entre 20.000 y 30.000 dólares. El segundo punto máximo (13 kg/per cápita) cuando su PIB per cápita fue entre 40.000 y 50.000 dólares. Esto hace prever un gran potencial de consumo de cobre para naciones como India o China que todavía no han alcanzado ni el primer punto máximo per cápita de consumo. China, el principal demandante de cobre del mundo, tiene un consumo per cápita de 8.2 kg e India todavía no llega al 1 kg de consumo por habitante (DBS, 2018).

D. La cadena de valor del cobre: la fundición y el refinamiento (FURE)

Pese a los múltiples usos del cobre, en productos semielaborados y terminados, en este estudio, la cadena de valor del cobre se enfocará en el segundo eslabón luego de la extracción del mineral, es decir, el cobre refinado o metal de cobre, producido mediante los procesos de fundición y posterior refinamiento. Como se observa en el siguiente diagrama, la cadena de valor del cobre está bien definida y con límites operacionales establecidos para los diferentes actores de la industria: desde la extracción de la mina (concentrado), la fundición (ánodos y blíster) y la refinación (cátodos), los productos semiterminados (alambrón, bobinas, láminas, tiras, tubos, y barras), hasta los productos terminados de usuarios finales en las industrias de la construcción, eléctrica y electrónica, transporte, maquinaria, y consumo.

⁸ La intensidad de uso de un metal es una relación entre el consumo de este metal y la actividad económica. Cuando un país está en una etapa de reconstrucción (caso de Europa y Japón después de la segunda guerra) o de industrialización (caso de los "tigres" asiáticos), su intensidad de uso de metales es muy alta. Cuando la infraestructura básica ya está instalada y se va consolidando el proceso, la intensidad de uso va disminuyendo progresivamente, lo que significa que en esta etapa el consumo de los metales crece a un ritmo menor que el de la actividad económica. La intensidad de uso del cobre puede también obedecer a imprevistos tales como avances tecnológicos, o comportamiento de precios de otros metales (Moussa, 1999).



Fuente: Elaboración propia sobre la base de CRU (2018), Hatch (2017).

E. Estructura de la industria del cobre refinado

Los modelos de negocio para la industria del cobre refinado pueden abarcar la integración desde la extracción de la mina del material (concentrado de cobre) hasta la producción de cátodos de cobre (cobre refinado); o un modelo desintegrado que parte con la extracción del mineral hasta la formación del concentrado. En este segundo caso, el concentrado es enviado desde las minas de cobre hacia las fundiciones y refinerías, que se encargan del resto del proceso hasta la obtención de los cátodos de cobre⁹. La estructura de la industria del cobre ha tenido cambios profundos en las últimas seis décadas. Hasta la década de 1960, antes de las nacionalizaciones ocurridas en América Latina y África, las grandes empresas privadas de cobre, sobre todo las de Estados Unidos, se encontraban integradas verticalmente desde la extracción de mina, la producción de cátodos, hasta la fabricación de productos semielaborados y finales, inclusive. Luego de las nacionalizaciones de las décadas de 1960 y 1970, algunas empresas desaparecieron, otras se fusionaron, otras fueron absorbidas, y las que resultaron de esa reestructuración centraron su estrategia en la reducción de sus costos a través de innovaciones tecnológicas y de la modernización de su gestión. A esta situación, en la década de 1980, se agregaron la expedición de las primeras normas ambientales y de emisiones en Estados Unidos, que contribuyeron con el cierre de ocho fundiciones y refinerías en ese país durante esa época¹⁰. El nuevo panorama internacional a partir de la década de 1990, con la apertura comercial, la apuesta por la atracción de las inversiones, los nuevos actores privados productivos, permitió la relocalización de la actividad extractiva hacia los países en desarrollo. Esta vez, las empresas internacionales enfocaron sus recursos en la exploración y explotación de nuevas minas, sin incorporar

⁹ En 2017, un 42% del concentrado de cobre producido provino de empresas que se encuentran integradas. El 58% restante fue producido y vendido a terceros (Hatch, 2017).

¹⁰ <https://www.dipromin.com/noticias/mineria/ruben-arratia-porque-los-ambientalistas-alarmistas-le-hacen-dano-a-los-paises-en-desarrollo/>.

en sus estrategias el desarrollo de fundiciones y refinerías integradas. Es decir, a partir de este nuevo ciclo expansivo de la minería se produce el divorcio entre los eslabones de extracción y concentración y los segmentos siguientes de fundición y refinación, intermedios y finales (Moussa, 1999).

El cobre refinado proviene de tres métodos de procesamiento: i) producción primaria a partir de concentrado de cobre; ii) producción primaria por extracción por solventes y electro obtención¹¹ (SX-EW por sus siglas en inglés: *solvent extraction-electrowinning*), conocido comúnmente como proceso hidrometalúrgico; y iii) producción secundaria a partir de chatarra de cobre. Dentro de sus principales fuentes minerales para la extracción comercial, el cobre se divide en dos grandes grupos: el mineral sulfurado y el mineral oxidado. Tanto los sulfuros como los óxidos de cobre producen, a través de distintas etapas de procesamiento, cátodos de cobre. En el proceso más común, el pirometalúrgico conocido como fundición (*smelting*), el mineral de cobre es extraído de la mina, triturado, molido, concentrado, fundido y refinado¹². En definitiva, el mineral extraído es procesado hasta obtener el concentrado, que contiene un 30% de cobre, posteriormente es refinado para obtener un cátodo con un 99,99% de contenido de cobre. En el medio se producen procesos intermedios como la fundición para formar cobre blister (96,7% de cobre) o los ánodos de cobre (99,7% pureza). Estos productos pueden ser comercializados, aunque sus mercados son muy reducidos. El cobre refinado (cátodos) es vendido sobre todo para la fabricación de productos semiterminados como alambres, láminas, barras, tubos, entre otros (CRU, 2018). A pesar del volumen y los costos de transporte del concentrado, las refinerías de cobre no se construyen necesariamente cerca de las minas. Por su parte, los productores de semiterminados de cobre se encuentran muchas veces en ubicaciones cercanas a las refinerías con el fin de reducir los costos de transporte, aunque este no siempre es el caso (CDA, 2001; Hatch, 2017; CRU, 2018; DBS, 2018).

En 2019, la producción primaria de cobre refinado contabilizó el 83,1% de la oferta global. De estos, el 67,5% provino de concentrados de cobre, y el 15,6% fue producido desde el cobre de mina mediante el método hidrometalúrgico (SX-EW). La producción secundaria (a partir de chatarra) aportó con el 16,9% restante de la producción total de cobre refinado (ICSG, 2020). Según el Grupo de Estudio Internacional de Cobre (ICSG por sus siglas en inglés: *International Copper Study Group*), en el periodo 2011-2017, las refinerías de cobre secundario han producido entre un 17 y 18% de la producción total mundial de cobre refinado. El cobre posee características físicas y químicas que permiten su reutilización y reciclaje sin perder sus propiedades. Estos atributos hacen que se pueda obtener un cobre de la misma calidad y desempeño producido a partir de chatarra de cobre. Además de contribuir anualmente con la oferta de cobre y, por lo tanto, reducir la cantidad de recursos naturales extraídos, los procesos de reciclaje del mineral requieren un 85% menos de energía que la producción primaria, con la consecuente reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Sobre esto, la Asociación Internacional del Cobre (ICA, por sus siglas en inglés: *International Copper Association*) afirma que nueve millones de toneladas de cobre son recicladas cada año. Esta característica del cobre toma mayor relevancia en el

¹¹ La lixiviación y la electro-obtención se convirtieron en las innovaciones tecnológicas que marcaron un punto de quiebre en la producción cuprífera de la década de 1990. Las plantas de extracción por solvente y electroobtención (SX-EW) producen cobre refinado sin pasar por la etapa de fundición, reduciéndose los costos de capital y de operación, y con una alta calidad del cobre catódico. A ello se añaden las ventajas de ser un proceso más limpio y que permite el procesamiento económico de minerales de muy baja ley (concentración). Esta tecnología fue utilizada por primera vez a nivel mundial en una mina de cobre a escala comercial en 1968 en la mina Bluebird en Arizona de la empresa Ranchers Exploration and Development Corporation a partir de una patente desarrollada por otra empresa estadounidense General Mills Corporation en 1959. En el caso de Chile la primera vez que se usó el proceso hidrometalúrgico a escala comercial en una mina de cobre fue en 1980. Chile se convirtió en el primer productor de cobre obtenido bajo este nuevo proceso hacia el final de la década de 1990. En 2019, Chile representa el 41,3% de la producción mundial por hidrometalurgia, mientras que el Perú es el séptimo productor con apenas el 1,7% de participación. En 2018, la producción de cátodos a partir de plantas de extracción por solvente y electroobtención (SX-EW) representaron el 27% de la producción de cobre de Chile. Hacia el 2030, el porcentaje se prevé se reducirá al 11% (CDA, 2001; COCHILCO, 2020a).

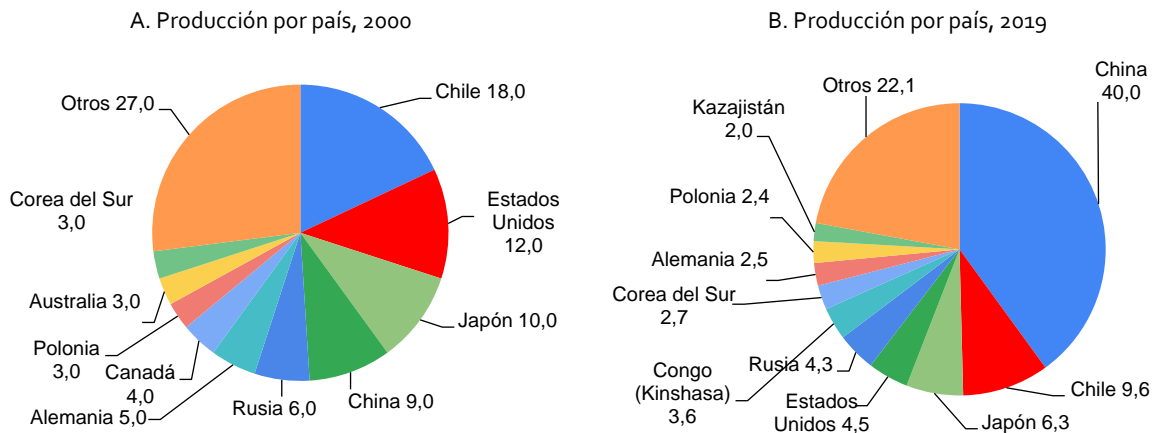
¹² Las partes de extracción, trituración y trituration del procesamiento consumen mucha energía, ya que la roca debe reducirse esencialmente a una finura de polvo de talco para separar de ella los minerales que contienen cobre (CDA, 2001).

paradigma de una economía sostenible que demanda de un uso eficiente de materias primas y la conservación de materiales a través de la reutilización y el reciclaje (ICA, 2020).

F. Oferta de cobre refinado

Desde el año 2000, la capacidad mundial instalada de refinamiento ha crecido de forma consistente a una tasa de crecimiento compuesta de 2,9%. La producción secundaria a partir de chatarra ha tenido tasas más altas (6%) frente a la producción primaria a partir de concentrados (2%). En 2000, la capacidad de refinamiento fue de 17,1 millones de toneladas y en 2019 alcanzó los 28,8 millones de toneladas, con una tasa de ocupación promedio del 85%. El gran protagonista en este crecimiento ha sido China. Desde hace 20 años, la capacidad de refinamiento de China se ha incrementado con una tasa anual promedio del 9,6%, mientras en el resto del mundo ha crecido en un 0,8%. China pasó de ser el cuarto refinador con el 9% de la capacidad en el año 2000 a ser el número uno en 2019 con el 40% de participación. En su territorio están emplazadas cuatro de las diez refinerías más grandes del mundo (Hatch, 2017; Plus Mining, 2018; COCHILCO, 2020a).

Gráfico 6
Producción de cobre refinado en el mundo
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de DBS (2018) y COCHILCO (2020a).

El crecimiento de la capacidad de refinación de China ha sido parte de su estrategia de fortalecimiento de las inversiones en industrias pesadas, que acompañaron la demanda de metales impulsada por el incremento de su manufactura de productos intermedios y finales en diferentes industrias. Entre otras industrias de manufactura o de alto contenido tecnológico, el gigante asiático se posiciona en el concierto mundial como uno de los líderes industriales en el consumo y en la fabricación de baterías y VE¹³, así como de paneles solares y molinos eólicos¹⁴. Además, el impulso de China se dio a nivel del desarrollo de su propia tecnología que le permitió ser más competitiva que las tecnologías japonesas o europeas.

¹³ De los 2 millones de vehículos eléctricos vendidos en el 2018, alrededor de 1.3 millones fueron comercializados en el mercado chino, una cifra importante considerando que al finalizar 2018 había en todo el mundo un poco más de cinco millones de EV de los que el 45% está circulando en territorio chino.

¹⁴ China se ha convertido en líder mundial en términos de capacidad instalada y consumo de energía renovable, contabilizando en 2019 un tercio de toda la capacidad eólica y un cuarto de la capacidad fotovoltaica instalada en el globo. China ha invertido en infraestructura de energía limpia más recursos que Estados Unidos y Europa juntos. Fuente: [en línea] <https://www.renewableenergyworld.com/2019/12/01/end-of-the-year-wrap-up-five-figures-show-chinas-renewable-energy-growth-in-2019/#gref>. fecha de consulta [septiembre de 2020].

El clúster asiático de refinamiento, que suma casi el 54% de la capacidad global de refinamiento, lo complementan además Japón (6,7%), la República de Corea (2,8%), Kazajistán (2%), la India (1,8%) e, Indonesia (1,1%). Japón, a pesar de haber reducido su consumo interno de cobre refinado, se ha mantenido como tercer productor de cobre refinado en las últimas dos décadas, enfocando su producción en los últimos años a las exportaciones hacia el mercado chino. India, por su parte, tuvo una tasa de crecimiento compuesta de refinación del 6,5%, y aparece en 2020 dentro de los diez principales productores de cobre. En la próxima década, se espera un mayor rol con un crecimiento de su capacidad de refinamiento que acompañe su industrialización y el aumento de su demanda interna¹⁵. En el lado opuesto, países desarrollados como Estados Unidos y Alemania han reducido su participación en la capacidad global de refinamiento. Estados Unidos pasó de ser el segundo productor en 2000 con un 12% del volumen total, a ser el cuarto productor en 2019 con un 4,5%. Alemania redujo su aportación del 5% en 2000 al 2,7% en 2019 (Hatch, 2017; DBS 2018; COCHILCO, 2020a).

Por otra parte, en el continente africano, al igual que en la extracción de cobre de mina, la República Democrática del Congo (4,2%) asume un rol protagónico en la producción de cobre refinado¹⁶. Otro país africano que incrementa significativamente su capacidad de refinamiento, aunque con menos gravitación a nivel global con un 1,5%, es Zambia. El protagonismo de la República Democrática del Congo (RDC) en la producción de concentrado (cuarto productor mundial) y de cátodos (6to productor mundial) se da en un período de menos de 20 años, que se inicia con el fin del conflicto armado en 2001 que otorga relativa estabilidad al país. Un año después se expide un nuevo código de minería eliminado el monopolio estatal de la explotación minera y abriendo la industria al mercado internacional con condiciones favorables para la atracción de inversiones, un régimen fiscal relativamente laxo en ese momento. Además de las condiciones de concentración mineral y bajo costo de extracción.

A partir de 2013, la RDC se consolida como el primer productor de cobre de África, superando a Zambia. (NRGI, 2013). En ese mismo año, la RDC prohibió la exportación de concentrado como una medida para presionar a las empresas mineras hacia el procesamiento interno de sus minerales. Desde entonces se han otorgado autorizaciones temporales para seguir exportando concentrados. En 2019, inició operaciones una refinería de la empresa China Nonferrous Mining Corp (CNMC) que procesa hasta 500.000 toneladas de concentrado de cobre¹⁷. Es pertinente recordar que, de acuerdo con USGS (2020), la RDC es el principal productor de cobalto del mundo con un 70% de participación. Por otra parte, China es el principal productor de cobalto refinado (importado sobre todo de la RDC) y, a la vez, el primer consumidor de cobalto con más del 80% de su consumo usado en la cadena de las baterías de ión de litio.

En 2018 (RDC) y en 2019 (Zambia), revisaron las condiciones fiscales mineras, incrementando las regalías e impuestos a favor del Estado. En el caso de Zambia, además se incluyó un impuesto del 5% al concentrado de cobre. Esto como medida de protección a su capacidad de fundición local. Esta política, sumada a la prohibición de exportación de concentrado desde la RDC, en el corto plazo ocasionó una disrupción de la cadena de suministro del concentrado de cobre proveniente de la RDC¹⁸. En el mediano y largo plazo habrá que evaluar los efectos de estas políticas de los dos países.

¹⁵ De acuerdo con el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés: *World Economic Forum*), se espera que India sea la tercera economía del mundo a partir de 2024. [en línea] <https://es.weforum.org/agenda/2020/07/china-podria-superar-a-los-ee-uu-como-la-mayor-economia-del-mundo-en-2024/> [fecha de consulta: septiembre de 2020].

¹⁶ En 2019, la producción de cobre concentrado y cátodos fue de 1.4 millones de toneladas, de los que el 60% corresponden a cátodos obtenidos por el método de solventes y electro obtención (SX EW).

¹⁷ <https://www.fastmarkets.com/article/3945301/exclusive-drc-could-stop-granting-export-waivers-of-copper-concs-from-september-sources> [fecha de consulta: septiembre de 2020].

¹⁸ Para mayor información véase: <https://www.reuters.com/article/us-africa-mining-at-home/congo-and-zambia-win-fight-with-copper-miners-but-at-a-cost-andy-home-idUSKCN1QG04X>.

Un antecedente similar es el de Indonesia -principal exportador mundial de mineral de níquel y estaño, y productor de cobre y oro- que, desde 2014, impuso una prohibición de exportación de minerales sin procesar que posteriormente tuvo que ser revisada por la caída de inversiones e ingresos y el cierre de algunas faenas productivas. En este caso, las medidas tuvieron un impacto dramático en las exportaciones de minerales que cayeron de 7 mil millones en 2013 a 2,9 mil millones de dólares en 2014. Además, la restricción de exportaciones fue llevada a juicio ante la Organización Mundial del Comercio (OMC), sin embargo, las empresas llegaron finalmente a un acuerdo con el gobierno sobre los plazos y las gradualidades para implementar la refinación local (Ostensson y Lof, 2017; IGF, 2018a).

Desde el lado de los dos principales productores de concentrado de cobre del mundo, el incremento de la extracción de mineral no ha estado acompañada con un incremento de la producción de metal refinado.

Chile dejó de ser el principal productor de cobre refinado y redujo su participación en el mercado global del 18% al 10% entre 2000 y 2019. De continuar esta tendencia, COCHILCO (2018) proyecta que hacia el 2030, Chile tendrá una participación menor al 5% en la fundición y refinamiento de cobre a nivel global. Chile tiene actualmente siete fundiciones de cobre, cuatro pertenecientes a CODELCO (Chuquicamata, Potrerillos, Ventanas y Caletones), una a ENAMI (Hernán Videla Lira, HVL), y dos privadas, Altonorte, perteneciente a Glencore, y Chagres de propiedad de Anglo American. De estas, tres tienen refinerías (Chuquicamata, Potrerillos y Ventanas). La de mayor capacidad de tratamiento anual es Chuquicamata que está dentro de las fundiciones y refinerías más grandes del mundo. La última inversión en nuevos proyectos en Chile se registró en 1993, año en que se construyó la fundición de Altonorte. Desde esa fecha, las únicas refinerías que han aumentado su capacidad de procesamiento son las dos privadas, Chagres y Altonorte. Sin embargo, por la reducción de la capacidad estatal de fundición, el saldo neto a nivel país es neutro. Es decir, mientras la producción de concentrados se triplicó desde 1990, la capacidad de fundiciones y refinerías chilenas está estancada.

Esta dinámica se dio dentro de la lógica de la industria internacional minera explicada antes, que privilegió la parte extractiva del negocio minero, tendencia que se fortaleció en el auge de precios. Además de la falta de políticas públicas para impulsar la capacidad de refinamiento local, y el éxito de las políticas chinas y la competitividad alcanzada por la tecnología que desarrolló y mermó los márgenes de la industria a nivel global. La inversión en la industria Fundición y Refinamiento (FURE) en Chile en los últimos treinta años se destinó sobre todo al cumplimiento de las obligaciones ambientales¹⁹ (Minería Chilena, 2019; Lagos, 2019; CESCO, 2020).

Al igual que en el caso de Chile, el extraordinario crecimiento de la capacidad de extracción mineral del Perú en las últimas dos décadas no fue de la mano con la capacidad de refinamiento. Al contrario, luego de 2009, el Perú redujo su capacidad de refinamiento con el cierre del complejo metalúrgico de La Oroya. El centro industrial operaba desde 1922 con la empresa Cerro de Pasco Copper Corporation. Posteriormente, en el contexto de las nacionalizaciones pasó a manos del Estado peruano en 1974. Luego, como parte de los procesos de privatización durante el Gobierno de Alberto Fujimori, la empresa estadounidense Doe Run Resources Corporation adquirió la planta metalúrgica de La Oroya en 1997. En el complejo se refinaban plata, cobre, plomo, zinc y oro, entre otros metales. Desde su privatización en 1997, se debía cumplir con un Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) con un plazo de hasta 10 años (Mendiola y otros, 2017). Sin embargo, hasta 2009 en que cerró sus operaciones por problemas financieros y por el no cumplimiento de las normas ambientales, no se realizaron las

¹⁹ En la década de 1990, por la necesidad de cumplir el Decreto 185 de 1992, las 5 fundiciones estatales debieron realizar inversiones en promedio de 170 millones de dólares por año entre 1990 y 2002. Durante el superciclo de precios únicamente las dos fundiciones privadas aumentaron su capacidad, redujeron sus emisiones y mantuvieron su competitividad. A partir de 2014 y hasta 2019, nuevamente las exigencias ambientales del Decreto 28 de 2013, las empresas estatales CODELCO y ENAMI invirtieron en total 2.254 millones de dólares para el cumplimiento de la norma (CESCO, 2020).

inversiones y adecuaciones tecnológicas necesarias. El cierre de este complejo metalúrgico trajo consigo un problema social y ambiental que será abordado en el siguiente capítulo.

Perú cuenta con un solo complejo refinador de cobre, propiedad de la empresa Southern Copper, el cuarto productor de cobre de mina del Perú²⁰. La fundición y refinería de Ilo con una capacidad de procesamiento de 280.000 toneladas anuales de cobre refinado, el 15% de la producción peruana de concentrado de cobre. En 2018, Southern Copper anunció su intención de ampliar la capacidad de producción de Ilo para procesar hasta 500 mil toneladas adicionales de concentrado de cobre. Este proyecto preveía el procesamiento del concentrado proveniente de la ampliación de Toquepala (Tacna), y también el de una eventual expansión de la mina Cuajone (Moquegua)²¹. En 2019, nuevamente Southern Copper, anunció un plan para construir una nueva fundición y refinería en el sur del Perú, con una inversión de 1.300 millones de dólares²². En esta ocasión, la iniciativa está vinculada al procesamiento del concentrado que sería producido en Tía María; sin embargo, este proyecto cuprífero a pesar de contar con las autorizaciones gubernamentales no ha empezado su etapa de construcción por problemas sociales. Hasta el 2020, ninguno de los dos proyectos de fundición y refinamiento anunciados por Southern Copper se han materializado.

G. Demanda de cobre refinado

El consumo mundial de cobre refinado²³ pasó de 15,2 millones de toneladas en el año 2000 a 23,8 millones de toneladas en el año 2019. La región con mayor participación en el consumo mundial de cobre refinado en 2019 fue la asiática con el 66%. Los otros dos grandes mercados del cobre refinado son Europa (14,6%) y Estados Unidos (7,6%) (DBS, 2018; COCHILCO, 2020a). Desde el año 2000, como se observa en el siguiente gráfico, los países asiáticos duplicaron ampliamente su participación en la demanda de cobre refinado. Quien lidera este grupo es China que pasó de representar el 12% al 53,6% del consumo mundial. El consumo de cobre refinado en China pasó de 1,8 a 12,8 millones de toneladas entre 2000 y 2019. Cabe resaltar que alrededor del 30% del consumo de cobre de China se utiliza en productos exportables. El clúster asiático de consumo lo complementan Japón (4,2%), República de Corea (2,7%), la India (2,2%), la Provincia China de Taiwán (1,6%) y Tailandia (1,5%). Juntos representan casi el 66% del consumo mundial.

Por otra parte, Estados Unidos ha reducido su consumo en términos absolutos y en su peso frente al resto de países. Disminuyó su consumo doméstico de 3 millones de toneladas en 2000 a 1,8 millones de toneladas de cobre refinado en 2019 (USGS, 2020).

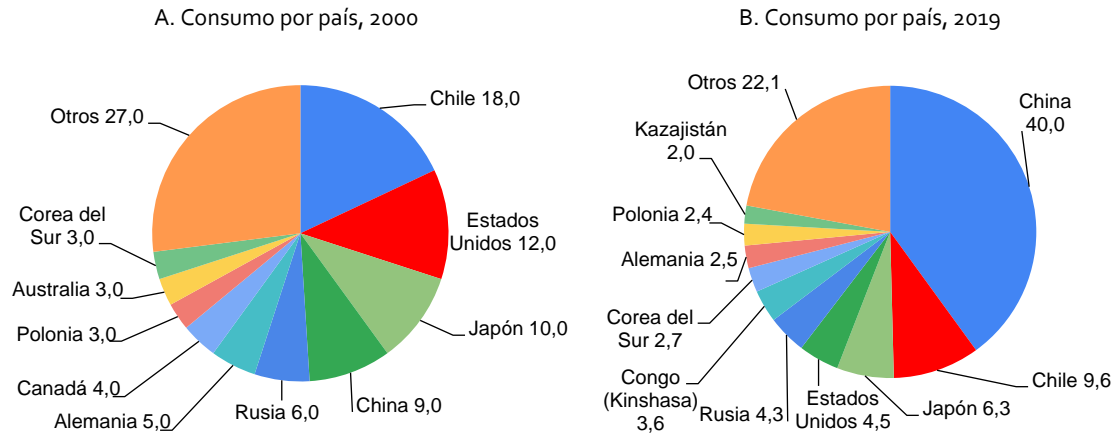
²⁰ Southern Perú Copper Corporation con 330,837 toneladas representa el 14% de la producción de cobre de mina. Cuenta con tres operaciones en el país: las minas de Toquepala (distrito de Ilabaya en Tacna), que inició operaciones en 1960 y la de Cuajone (distrito de Torata en Moquegua), que opera desde el año 1970. Además, está la refinería de cobre, en la ciudad de Ilo (Moquegua), que fue adquirida en la década de 1990. Esta empresa es propiedad del Grupo México (De Echave, 2020).

²¹ Ver para mayor información véase: <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/southern-evalua-ampliar-fundicion-refineria-ilo-noticia-503843-noticia/?ref=ecr>.

²² Ver más detalles en: <https://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pagelId=162857379>.

²³ El consumo de cobre de un país es medido por su consumo de cobre refinado para la elaboración de productos semi-terminados. Por lo tanto, todo el cobre refinado que consume un país para la producción de alambros, láminas, y otros es considerado el consumo de cobre de ese país. Analizándolo desde otra perspectiva, si Estados Unidos fábrica aires acondicionados con componentes de cobre, pero los tubos de cobre que utiliza fueron producidos en China, el consumo de cobre se considera como parte del consumo de cobre refinado por parte de China y no de Estados Unidos (CRU, 2018).

Gráfico 7
Consumo global de cobre en el mundo
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de DBS (2018) y COCHILCO (2020a).

III. Marco normativo e institucional

La CEPAL ha venido explorando la gobernanza de los recursos naturales. De manera específica, entre 2019 y 2020, se han efectuado casos de estudio sobre la gobernanza del cobre y del litio en los países de la región andina (Almeida, 2019; Poveda, 2019; 2020a; Obaya, 2019; De Echave, 2020; Obaya y Pascuini, 2020) y se ha publicado el libro “La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos” (León y otros, 2020). En estas publicaciones, a través de la guía metodológica de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales (León y Muñoz, 2019), se analiza el proceso decisional, es decir, el conjunto de acciones o interacciones entre actores que permiten, en un contexto dado, adoptar una decisión política como alternativa de solución a un problema colectivo determinado.

El diagnóstico de los tres países de la subregión andina parte del mismo antecedente. Con modelos, trayectorias y niveles de desarrollo económico distintos, y dentro de las características propias de cada uno, todos dependen excesivamente de las exportaciones de recursos naturales no renovables: Chile del cobre, Perú de varios minerales, entre ellos el cobre y el oro, y Ecuador del petróleo.

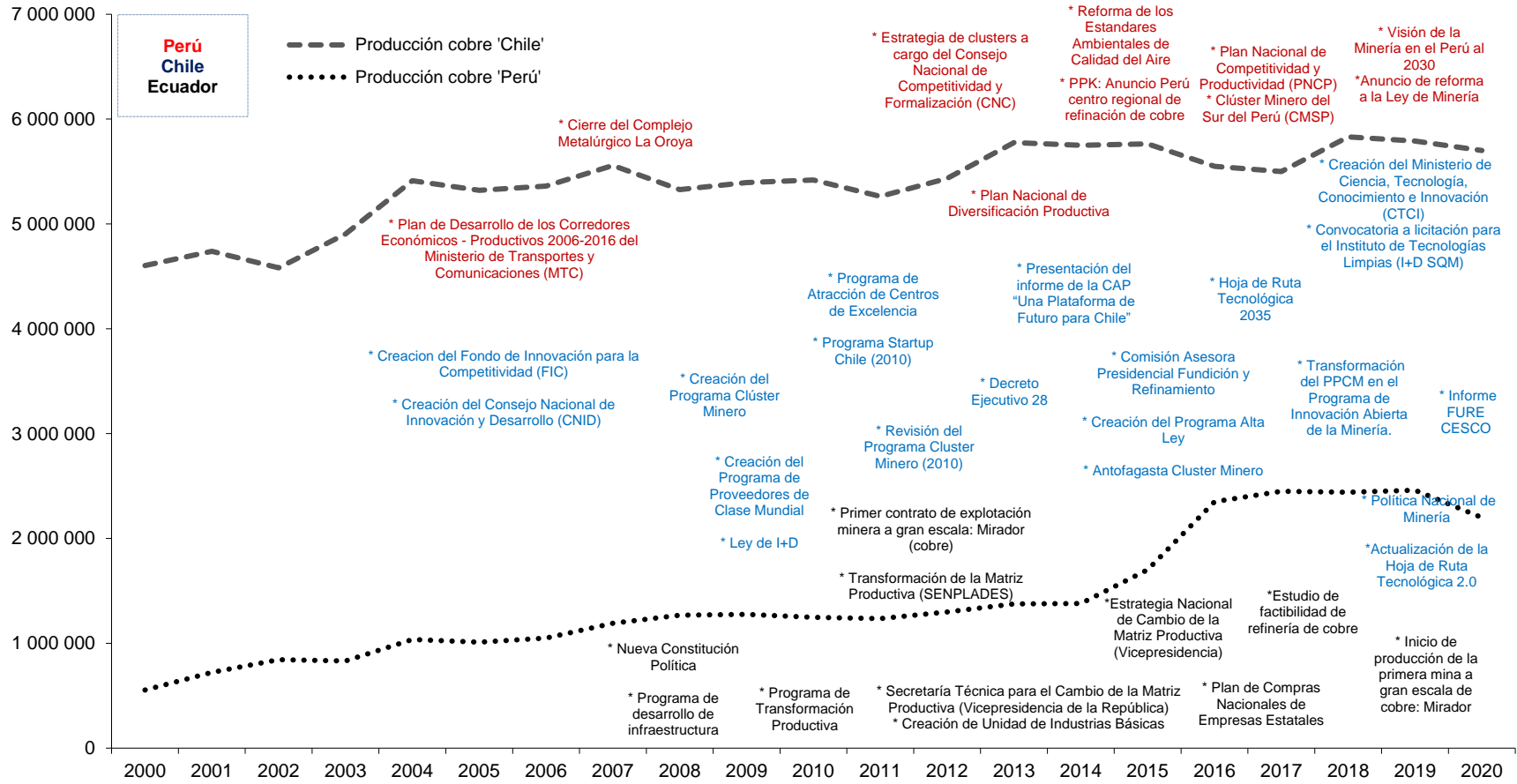
Los problemas colectivos comunes que se observan en la gobernanza de los minerales en cada uno de los países, en diferentes períodos y niveles de intensidad están relacionados son: i) los impactos sociales y ambientales; ii) las tensiones y conflictividad social vinculada a la explotación de los recursos naturales; iii) la apropiación y uso de la renta minera; iv) la atracción de inversión extranjera directa; y, v) los escasos encadenamientos productivos y de innovación tecnológica vinculados a la actividad extractiva.

Sobre la base de estos antecedentes, este análisis se enfoca en las políticas públicas desplegadas por Chile, Ecuador y Perú en búsqueda de los eslabonamientos productivos en la cadena de aprovechamiento del cobre, así como en la investigación y desarrollo vinculadas a este propósito.

En esta sección, se analiza el marco normativo e institucional que regula las actividades de aprovechamiento del cobre desde su exploración y explotación hasta su uso y posibles encadenamientos productivos. Comprender el marco normativo, permite establecer las fronteras de actuación y las herramientas de acción formales con las que cuentan los actores para colocar los temas de su interés en la agenda política e intentar hacer prevalecer sus prioridades. En general, el marco normativo ha estado enfocado, sobre todo, en crear las condiciones favorables a la inversión e impulsar las actividades de exploración y extracción, sin que la convergencia con el ámbito productivo haya sido planificada desde el inicio. Este comportamiento estándar de los tres países ha tenido ciertos lapsus en los que se trató de impulsar una agenda política más allá del modelo adoptado.

En el caso de los tres países seleccionados, la discusión sobre la necesidad de agregar valor a las cadenas productivas de los recursos naturales ha estado presente con mayor o menor intensidad en diferentes épocas, marcadas por factores exógenos, restricciones endógenas, y por la coyuntura de un determinado plan o estilo de gobierno. La siguiente gráfica presenta los principales hitos en la construcción de los regímenes normativos de los países estudiados. En la línea de tiempo se abarcan los saltos productivos del cobre y los momentos relevantes en la agenda de las políticas de innovación y de agregación de valor en los eslabonamientos productivos vinculados al cobre. El primer aspecto que permite identificar la representación gráfica es que la mayor actividad de reforma normativa se da a partir del fin del auge de los precios de las materias primas. En el caso de Chile, se observa un mayor dinamismo y relativa continuidad en un largo proceso de aprendizaje institucional. Ecuador, en un período de cambios estructurales, incluso pretende anticipar el desarrollo de las cadenas productivas posteriores a la disponibilidad de materia prima nacional. Por su parte, Perú, deslumbrado por su profundo salto productivo, reacciona más tarde y comienza en el último quinquenio a construir la narrativa sobre la importancia de los encadenamientos productivos en los segmentos anteriores y siguientes a la extracción de minerales.

Gráfico 8
Principales hitos normativos e institucionales: Chile, el Ecuador y el Perú



Fuente: Elaboración propia.

A. Chile

En el caso de Chile, el marco normativo de la minería se definió en las décadas de 1970 y 1980. En un primer momento, con la nacionalización de la producción del cobre ocurrida en 1971 durante el Gobierno del ex-Presidente Salvador Allende. Luego, durante la dictadura militar, en 1976, con la creación de la CODELCO, a partir de la división de la Corporación del Cobre²⁴ en dos entidades: la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO)²⁵ y CODELCO como empresa productiva de propiedad estatal. Posteriormente, en 1980 con el nacimiento del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)²⁶. En este período, se promulgaron además las principales normas que rigen la actividad extractiva del cobre hasta la actualidad: i) la Constitución Política de la República (CP) de 1980²⁷; ii) el Estatuto de Inversión Extranjera (Decreto Ley 600) promulgado en 1974, vigente hasta el año 2016; iii) la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (LOCM) vigente desde 1982, y iv) el Código de Minería (CM) promulgado en 1983.

Con la implementación del andamiaje normativo, se sentaron los pilares de inversiones, desarrollo y crecimiento de la exploración y explotación del cobre. La extracción de cobre de mina de Chile pasó de 1,5 millones en 1990 a 4,6 millones en 2000 y a 5,8 millones de toneladas en 2018. Por su parte, la producción de cobre refinado no creció en la misma proporción y pasó de aproximadamente 1,2 a 2,7 millones de toneladas entre 1990 y 2000, y se redujo a un poco menos de 2,5 millones de toneladas en 2018 (COCHILCO, 2020a).

Posteriormente, durante el auge de precios del cobre se hicieron algunos ajustes normativos enfocados en: i) una apropiación de la renta más justa a favor del Estado, mediante la creación del Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) en 2005 y su revisión posterior en 2010; ii) Los cambios estructurales en CODELCO mediante la aprobación de la Ley de Gobierno Corporativo de 2009 y la Ley de Capitalización de 2014; iii) la conflictividad socio ambiental, que en un ámbito transversal más amplio que la minería, provocó, por una parte, la reforma a la institucionalidad ambiental (2010-2012) que creó el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y los Tribunales Ambientales y, por otra parte, la adopción en 2009 del Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales y el Reglamento que regula su procedimiento, promulgado en 2014 (Poveda, 2020b).

Desde inicios de la década de 2000, de forma paralela al crecimiento de la producción de cobre, y de las reformas normativas e institucionales mencionadas antes, se configuran las políticas y estrategias de desarrollo productivo vinculadas a la extracción de recursos minerales.

²⁴ La Corporación del Cobre nació en 1966 como parte del proceso denominado chilenización del cobre. Este proceso consistió en la adquisición por parte del Estado de un porcentaje de acciones de las grandes mineras extranjeras y fue un paso previo a la posterior estatización de la minería del cobre. Antes en 1960, se creó también la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) en 1960 a partir de la fusión de la Caja de Crédito Minero y la Empresa Nacional de Fundiciones. El objetivo de ENAMI es fomentar el desarrollo de la minería de pequeña y mediana escala.

²⁵ COCHILCO es un organismo técnico especializado que se identifica con la acción rectora del Estado en el desarrollo de la minería chilena. Su misión consiste en elaborar, proponer y facilitar la implementación de políticas, estrategias y acciones que promuevan el desarrollo permanente y sustentable del sector minero público y privado.

²⁶ Es un servicio público, tutelado por el Ministerio de Minería. SERNAGEOMIN es el único organismo estatal a cargo de la investigación especializada y mapeo de diversos aspectos de la corteza terrestre, sobre todo relacionados con la identificación de recursos productivos (geotérmicos, hidrogeológicos, minerales metálicos y no metálicos); peligros geológicos tales como desbordamientos de cauces, inundaciones por maremotos, resistencia sísmica, erupciones volcánicas, además de remociones en masa: aluviones, deslizamientos de suelo, caídas de rocas, lahares, entre otros.

²⁷ A partir de los procesos de movilización social de octubre de 2019, se inició el camino hacia una nueva Constitución Política. En octubre de 2020 se realizará un plebiscito para decidir si se convoca a una Asamblea Constituyente para redactar una nueva carta magna o no.

En un primer momento, durante la administración del ex Presidente Lagos, en el marco del debate político sobre la insuficiencia de las ventajas comparativas estáticas como impulsoras de un crecimiento sostenible, se incorpora en la agenda de gobierno el aprovechamiento de las oportunidades ofrecidas por la ola de innovaciones asociadas a las revoluciones de las tecnologías de información y comunicaciones. La reflexión política señalaba la importancia de fortalecer las actividades en el campo de la innovación y tenía como referencia las experiencias de política con dotaciones de recursos similares a las de Chile (Nueva Zelanda, Finlandia, Australia). En la práctica esto se materializa en el incremento de los recursos públicos dedicados a la innovación, el respaldo a nuevas iniciativas como los programas de Emprendimiento Innovador o de Atracción y Promoción de Inversiones de Alta Tecnología y, finalmente, con los acuerdos políticos para la creación del Fondo para la Innovación y la Competitividad (FIC) (Alvarez y Sutin, 2017).

En 2014, al inicio del segundo Gobierno de la ex-Presidenta Bachelet, se aborda el debate a través de su institucionalización en tres comisiones²⁸: i) La Comisión Asesora Presidencial para discutir el modelo de desarrollo basado en la explotación de los recursos naturales, y los desafíos de sostenibilidad que debían enfrentarse; ii) La Comisión Asesora Presidencial, denominada Comisión Nacional del Litio (CNL), con el objetivo de crear una visión estratégica en torno a una política nacional integral y de largo plazo para el litio²⁹; iii) En 2015, la denominada comisión FURE, esta vez para discutir una política sobre las fundiciones y refinerías. La conformación de estas comisiones respondía a la tradición de su estilo de gobierno participativo y a la orientación ideológica del gobierno que buscaba un rol más protagónico del Estado en la gobernanza de los recursos extractivos.

Por otra parte, dentro de un esquema colaborativo entre lo público y privado, se incorporan esfuerzos sectoriales en materia de encadenamientos en la minería del cobre, a través de estrategias, programas y proyectos, entre los que destacan el Programa Clúster Minero, el Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM) y la Hoja de Ruta Tecnológica (HRT) 2035 del Programa Alta Ley. Además, se impulsaron una serie de políticas horizontales para el fortalecimiento de la educación, la ciencia, la investigación, y el emprendimiento, como condiciones habilitadoras para un salto cualitativo en la matriz productiva.

1. La política esquivada de fundición y refinamiento del cobre

En el ocaso del superciclo de los precios del cobre, en 2015, la ex-Presidenta Michelle Bachelet convocó a una Comisión Asesora Presidencial integrada por representantes del gobierno, la academia, y los gremios privados de la minería³⁰. Esta Comisión tenía el objetivo de provocar una visión estratégica en torno a una política nacional para el futuro de las fundiciones y refinerías de cobre. Para la ejecución de las tareas encomendadas se conformaron cuatro grupos temáticos: mercados, escenarios, sustentabilidad y tecnología. El resultado de la Comisión FURE generó mucha expectativa en la industria minera; sin embargo, a pesar de las tareas realizadas durante varios meses por los grupos de trabajo,

²⁸ La creación de esta Comisión se inserta en la cultura del quehacer político de Chile. Este tipo de comisiones han sido utilizadas desde los primeros gobiernos de la Concertación como espacios deliberativos que pretenden aglutinar a actores de diversos orígenes para generar una discusión más amplia y "ciudadana" en los procesos de formación de políticas públicas. El producto final de estos espacios deliberativos generalmente es un informe con recomendaciones o lineamientos de políticas públicas, sin que necesariamente se logre la representatividad deseada y/o resultados concretos en materia de reformas institucionales.

²⁹ Esta Comisión se crea en el marco de la deliberación sobre la explotación del litio en Chile, que había logrado notoriedad a partir del impulso de su demanda y precio, el intento fallido de ampliar la oferta productiva del anterior gobierno y las tensiones entre las empresas operadoras y el Estado.

³⁰ En representación del ejecutivo, integraron la Comisión los Ministros de Minería, Hacienda, Economía y Ambiente. Además, instituciones públicas como CORFO y COCHILCO, y las empresas estatales CODELCO y ENAMI. Por la función legislativa, los Presidentes de las Comisiones de Minería y Energía del Congreso Nacional y del Senado. Del sector privado, los representantes del Consejo Minero y de la Sociedad Nacional de Minería; y académicos expertos de la Universidad Católica y de la Universidad de Chile, entre otros.

finalmente, la falta de acuerdos en la comisión provocó que el informe nunca se oficialice y, por lo tanto, las conclusiones y recomendaciones no se hicieron públicas.

La integración de la Comisión fue el corolario institucional a la discusión originada desde el 2014 a inicios del segundo mandato de la ex-Presidenta Bachelet. El debate se había gatillado a partir de la publicación en diciembre de 2013 -al finalizar el primer mandato del ex-Presidente Sebastián Piñera- del Decreto Supremo Número 28 (DS 28), emitido por el Ministerio del Medio Ambiente³¹. La promulgación del DS 28 se enmarca en el proceso de actualización de las normas de calidad ambiental y emisiones posteriores a la reforma institucional ambiental que se había iniciado en 2010 con la creación del Ministerio de Medio Ambiente. De igual forma, con el DS 28 se cumplía una de las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) hecha a Chile en 2005, en la Evaluación del Desempeño Ambiental, respecto de la necesidad de reducir las emisiones por contaminación de SO₂ y arsénico, en la que se señalaba a las fundiciones como causantes del volumen más considerable de las emisiones³².

La nueva norma de calidad ambiental fijó los límites máximos de emisión anuales de dióxido de azufre (SO₂) y arsénico (As) de las fundiciones. Así mismo, estableció los parámetros que debían cumplir las fundiciones en la captura y fijación del azufre (S) y del arsénico (As), iguales o superiores a un 95%. Para el cumplimiento del DS 28, se fijó un plazo de cinco años, es decir, hasta diciembre de 2018.

Para el acatamiento de la disposición ambiental, se requería de ajustes tecnológicos en los procesos productivos de las fundiciones existentes, que en su gran mayoría (cinco de siete) son estatales y con varias décadas de funcionamiento. Este ajuste tecnológico, a su vez, exigía inversiones considerables en los presupuestos apretados de las empresas públicas CODELCO y ENAMI. Sobre la base de estas premisas, el debate se incluyó en la agenda del gobierno entrante. La inquietud compartida desde los Ministerios de Minería y Hacienda inicialmente se refería a la cantidad significativa de recursos financieros que se requería para este propósito. Desde el lado de CODELCO, principal afectada por el mandato legal, las prioridades estratégicas y financieras estaban encaminadas a la ejecución de los denominados Proyectos Estructurales, que tenían como finalidad revertir la tendencia en el descenso de la producción³³. En efecto, uno de los primeros proyectos aprobados durante el primer año de gobierno de la ex-Presidenta Bachelet, un hito en la historia corporativa de CODELCO, fue la Ley de Capitalización, mediante la cual se comprometieron aportes extraordinarios de recursos fiscales para el próximo quinquenio por 3.800 millones de dólares³⁴ (Poveda, 2019).

El debate suscitado por la aplicación del DS 28 se enfocó en: i) la necesidad de revisar la normativa y ampliar el plazo de ejecución más allá de 2018, con la finalidad de aliviar la carga fiscal y el presupuesto de CODELCO; ii) la reforma de los parámetros y la inclusión de estándares más ambiciosos (98 o 99% de captura de emisiones) para de esa forma adecuarse a las tecnologías de punta en materia de fundiciones y refinerías de cobre. Esto, además, obligaría a las empresas públicas a realizar inversiones con modificaciones tecnológicas estructurales que mejorarían sus indicadores de productividad y competitividad; iii) el análisis debía ir más allá de la normativa ambiental y se requería de una política

³¹ En el año 2013, cuando se expidió la norma, había transcurrido casi una década desde el inicio del superciclo del cobre. El precio del cobre todavía se mantenía en precios altos, por sobre los tres dólares por libra, lo que le había permitido a Chile contar con elevados recursos fiscales y con ahorro acumulado en los Fondos Soberanos por más de 20,000 millones de dólares.

³² Ver Biblioteca del Congreso Nacional, en línea [<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1057059>].

³³ Con la implementación de los proyectos estructurales se espera que al 2025 la producción llegue a 2,5 millones de toneladas al año. En el 2014 la producción se encontraba en 1,6 millones de toneladas al año y al cierre del 2019 la producción fue de 1,7 millones de toneladas al año.

³⁴ La ejecución de estos proyectos preveía inversiones por un monto de 23,500 millones de dólares que serían financiadas en parte con aportes de capital del fisco. De acuerdo con información de CODELCO, hasta el 2019, la capitalización comprometida se había completado, con 3.000 millones de dólares en aportes de recursos fiscales y 800 millones de dólares en retención de utilidades.

nacional de fundiciones y refinerías con una visión de sustentabilidad a largo plazo, asumiendo el rol estratégico de Chile en el mercado de productos de cobre refinado.

La deliberación se trasladó también al Congreso Nacional. En ese mismo año, la Comisión de Energía y Minería del Senado emitió un informe en el que hizo varias recomendaciones. Entre ellas, la necesidad de contar con una política pública en la industria de fundiciones y refinerías (FURE), que tenga como objetivos promover la productividad por medio del desarrollo tecnológico, facilitar el acceso a recursos financieros, contemplar incentivos para la atracción de capitales, y asegurar e incrementar la competitividad de las fundiciones. Además, recomendó posponer la entrada en vigor de las nuevas exigencias ambientales, detener las inversiones estatales que se vayan a realizar, y considerar mayores inversiones destinadas a una modernización profunda y consistente de la industria FURE. De igual forma, el informe resaltó la importancia de privilegiar la producción de cobre refinado como un factor eventualmente determinante para desarrollar los encadenamientos productivos de mayor valor agregado y de la industria de manufactura asociada al cobre³⁵.

Mientras transcurría el plazo fatal de cinco años para ajustar las fundiciones a las exigencias de captura de contaminantes, se generaban espacios de diálogo propiciados sobre todo desde la academia, a través de foros, seminarios, coloquios, que se reeditaron cada año, y en los que se visibiliza una preocupación transversal entre los distintos actores (empresas públicas y privadas, gremios sindicales, sociedad civil, agencias de gobierno, y academia) respecto de las preguntas que todos se hacían: ¿hay futuro para el negocio de las fundiciones y refinerías, considerando las variables de volumen de inversiones, rentabilidad, competitividad, ambientales y sociales? O, por el contrario, ¿se deben concentrar las labores en promover la exportación de concentrados? Durante el 2018, la atención se concentró en el término del plazo para el cumplimiento del DS 28. En ese año, se organizaron cuatro grandes encuentros relacionados con la temática: El Seminario de Mediana Minería de SONAMI; el V Seminario FURE del Instituto de Ingenieros de Minas de Chile; el foro “Hacia una Política Nacional de Fundiciones”, realizado por Voces Mineras; y, el Coloquio de Fundiciones, realizado por el Colegio de Ingenieros³⁶ (CIPER, 2017; Fundación Tecnológica, 2018).

Sin obtener una respuesta desde el Estado a esta disyuntiva que de forma recurrente se planteaba en las distintas arenas de debate técnico y político, en el último informe de gestión (Cuenta Pública), en junio de 2017, la ex-Presidenta Bachelet anunció el encargo de un estudio para la construcción de una refinería y fundición en la región de Antofagasta a las empresas públicas CODELCO y ENAMI, en conjunto con las agencias de gobierno InvestChile y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Este anuncio se hizo ante la falta de acuerdos de la Comisión Asesora Presidencial FURE creada dos años antes y que no había tenido un informe final público.

En la práctica, este ofrecimiento presidencial se fusionó con una iniciativa que la ENAMI había estudiado desde años anteriores, la modernización de la Fundición Hernán Moreno Lira. Inicialmente, el anuncio presidencial llevó inclusive a pronunciamientos públicos y reclamos de las organizaciones sindicales de trabajadores, quienes llamaron a las autoridades a cumplir con lo que ellos consideraban un compromiso adquirido con la región de Antofagasta³⁷. Finalmente, en noviembre de 2017, la ENAMI anunció la continuación del estudio de factibilidad de la nueva refinería de cobre³⁸. De esta forma, el compromiso presidencial se ejecutaría a través del proyecto planificado por la ENAMI. El proyecto denominado “Modernización Etapa II” buscaba mejorar las condiciones de sustentabilidad y competitividad de la ENAMI, incorporar tecnología de punta, y aumentar en 700.000 toneladas la

³⁵ Ver mayores detalles: Senado de la República de Chile, en línea <https://senado.cl>.

³⁶ Véase: <https://www.mch.cl/reportajes/fundiciones-de-cobre-en-chile-tiempo-de-decisiones-mas-alla-del-ds-28/>.

³⁷ Para mayor información vease el siguiente link: <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2017/10/trabajadores-de-enami-reclaman-por-demora-del-gobierno-en-modernizacion-de-fundicion-paipote>.

³⁸ Para mayores detalles vease este link: <https://www.mch.cl/2017/11/30/enami-confirma-reanudacion-de-estudios-de-factibilidad-para-nueva-fundicion-en-atacama/>.

capacidad de procesamiento de concentrados integrada a una refinería que, además de las 200.000 toneladas de cátodos de cobre, permitiría recuperar otros minerales como el oro o la plata³⁹. Con el cambio de gobierno, en marzo de 2018, el proyecto de modernización no tuvo protagonismo en la agenda de trabajo en los siguientes años. Hasta la realización de este informe, no se había definido el modelo de gestión o la licitación para la construcción de la nueva fundición y refinería de ENAMI. La iniciativa de ENAMI recordó la intención de CODELCO de desarrollar una fundición y refinería de Mejillones, proyecto que fue abandonado por la empresa estatal en 2003, antes del inicio del auge de precios del cobre. A decir de CESCO (2020), a pesar de contar con la factibilidad dada por los estudios de ingeniería básica y tener un socio inversionista y controlador de primer nivel mundial, Nippon Mining.

Finalmente, para cumplir con los nuevos estándares ambientales del DS 28, las inversiones efectuadas por las mineras totalizaron cerca de 2.500 millones de dólares. Entre 2015 y 2019, CODELCO invirtió 2.200 millones de dólares. ENAMI, por su parte, invirtió 54 millones de dólares en la denominada Etapa I del plan de modernización de la fundición Hernán Videla Lira. Las refinerías privadas de AngloAmerican y Glencore invirtieron en total 220 millones de dólares. De acuerdo con (CESCO, 2020), las inversiones en las fundiciones y refinerías estatales se han focalizado casi exclusivamente en cumplir con las exigencias de las regulaciones ambientales que impuso Chile desde 1992 en adelante, sin que se hayan traducido en mayores capacidades de producción.

En octubre de 2019, nuevamente se volvió a recordar la necesidad de provocar consensos en relación con una visión sobre el futuro a largo plazo de la industria FURE. Esto, a raíz de la inquietud ocasionada por la noticia sobre la evaluación que realizaba la empresa pública CODELCO en relación con un posible cierre de la fundición (no de la refinería) de Ventanas. Este escenario había sido considerado por el gobierno en el contexto de la cumbre mundial climática COP 25 que debía llevarse a cabo en Chile en diciembre de ese mismo año⁴⁰. Esta intención política del gobierno tuvo alta notoriedad en la agenda de los medios de comunicación y fue inmediatamente cuestionada por los sindicatos de los trabajadores de la estatal CODELCO, aduciendo la afectación a los derechos de los miles de trabajadores, el contrasentido de clausurar una operación en la que se habían hecho considerables inversiones para cumplir la normativa ambiental, y que la decisión se contraponía a la necesidad de avanzar en la cadena de valor del cobre⁴¹. El Directorio de la estatal argumentó que el análisis de alternativas de un potencial cierre debía ser planificado, considerando los impactos en los trabajadores y las comunidades. Así mismo, resaltó los problemas de rentabilidad de la fundidora y de las posibles nuevas inversiones en el corto plazo ante eventuales nuevas exigencias medioambientales (CODELCO, 2019). Desde otro frente, las organizaciones no gubernamentales medioambientales vieron en este anuncio una posibilidad de avanzar en una de sus luchas por la descontaminación del polo industrial de Quintero y Puchuncaví y manifestaron su apoyo a la medida⁴². Finalmente, este "gesto político" hacia el medio ambiente de parte del gobierno no avanzó ante la sensibilidad social que una decisión de esta naturaleza trae consigo a nivel de la eliminación de puestos de trabajo y la afectación a la economía local de la zona de influencia.

³⁹ Véase para más información: <https://www.sonami.cl/v2/wp-content/uploads/2017/10/1-Jaime-Perez-de-Arce.pdf>.

⁴⁰ La fundición y refinería Ventanas se encuentra en la denominada zona de sacrificio, en el polo industrial situado entre las poblaciones de Puchuncaví y Quintero. Área que ha sido de forma reiterada afectada por incidentes de contaminación ambiental y a la salud que ha desencadenado una serie de reclamos ciudadanos y de organizaciones no gubernamentales de defensa del medio ambiente. En el polo industrial operan plantas termoeléctricas de generación, refinerías y petroquímicas, centros de almacenamiento de combustibles, fundición y refinería de cobre, entre otras actividades. A propósito de la COP 25, que, por los problemas sociales y políticos del último trimestre de 2019, se trasladó a Madrid, el gobierno de Chile anunció el cierre anticipado de cuatro centrales termoeléctricas, dos de ellas ubicadas en el polo industrial de Puchuncaví - Quintero.

⁴¹ Para mayor información: <https://www.senado.cl/division-ventanas-de-codelco-los-temores-de-un-eventual-cierre/senado/2019-12-05/155424.html>.

⁴² Ver el siguiente enlace para mayor: <https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/10/08/chispas-en-el-mundo-de-la-mineria-saca-possible-cierre-de-fundicion-ventanas-como-gesto-medioambiental-del-gobierno/>.

En mayo de 2020, el Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO) publicó el documento titulado “El cobre refinado es un buen negocio para Chile”. Aquí, se hace una propuesta para construir una nueva fundición y refinería en Chile. El análisis parte de una evaluación financiera positiva de la rentabilidad, que se complementa con otras consideraciones estratégicas. Primero, una reducción de un 27% de las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI) entre una refinería que procesa los concentrados de cobre chilenos en Shanghai, y una que hace lo mismo en Antofagasta o Atacama⁴³. En segundo lugar, el aporte tecnológico en la cadena de valor de la minería con la creación de empleos directos de alta especialización y calidad, e indirectos en las cadenas productivas de proveedores especializados. Además de contribuir con la estrategia de trazabilidad de las materias primas en las cadenas de provisión cada vez más exigentes. Tercero, la exportación de concentrados enfrenta potenciales riesgos por la interrupción del comercio y de las cadenas de suministro como el ocurrido a propósito del COVID 19-, o por restricciones regulatorias de transporte internacional marítimo. Cuarto, el fortalecimiento reputacional de la minería, a través de la incorporación de instalaciones modernas y de última tecnología que reviertan la desconfianza que existe en las comunidades y las agencias de gobierno. Quinto, el aporte estratégico para Chile que reduciría su dependencia de China que cada vez ejerce más su poder de mercado en la fijación de los cargos de tratamiento y refinación⁴⁴. Además de contribuir con la recuperación de la cuota de mercado de cobre refinado de Chile a nivel global.

El estudio de CESCO contribuye a dar respuesta, desde un centro de pensamiento privado, a una pregunta que algunos sectores con una visión más extractiva daban por sentado sobre la conveniencia estratégica para Chile de exportar más concentrados en el futuro. CESCO recomienda un rol proactivo del Estado en el diseño de una política pública que, sin aportar recursos financieros, genere las condiciones habilitantes para lograr las inversiones y financiamiento privados necesarios para la construcción de una refinería de última tecnología, financiada y operada por una empresa de experiencia internacional, con capacidad de operación rentable y ambientalmente sustentable. Es decir, la propuesta se aleja de la intención de las empresas públicas ENAMI o CODELCO de ser una de ellas o en conjunto la que financie y opere una nueva refinería. Posibilidad que se había mantenido de forma recurrente en el debate. Se espera que el estudio sirva como un insumo para una nueva etapa de discusión que seguramente se retomará en Chile en el corto plazo y que eventualmente decante en una política de Estado.

2. Encadenamientos productivos del cobre hacia atrás: curva de aprendizaje institucional

Uno de los primeros esfuerzos institucionales con la visión de provocar encadenamientos productivos vinculados al cobre fue la institucionalización de la Estrategia de Clúster Minero, impulsada durante el primer mandato de la ex-Presidenta Bachelet. Esta estrategia tuvo su origen en los estudios de competitividad de clústeres y la Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad⁴⁵ elaborada por el Consejo Nacional de la Innovación y Competitividad -hoy Desarrollo- (CNID) en 2007. La iniciativa se enfocó en ocho clústeres, siendo uno de ellos el minero, con objetivos y metas estratégicas con un horizonte hasta el 2020. En 2010, con el cambio de gobierno, con un signo político distinto, el programa fue revisado, se cuestionó la supuesta intromisión del Estado en la selección de sectores ganadores y se priorizaron las políticas de carácter horizontal.

⁴³ En el análisis de la reducción de la huella de carbono se considera, el uso de una matriz eléctrica más intensiva en fósiles de China (70%) frente a la de Chile (55%), además del potencial futuro de Chile en energía solar. Además de las emisiones por el transporte terrestre y marítimo del concentrado que representa mayor volumen que los cátodos.

⁴⁴ Anualmente las fundidoras y refinerías de China actúan como cartel en la negociación de los cargos de tratamiento y refinación.

⁴⁵ La Estrategia Nacional de Innovación partía del diagnóstico del agotamiento del modelo altamente dependiente de productos primarios con una muy baja diversificación exportadora y proponía una transformación productiva de la economía, sustentada en el capital humano y el conocimiento, en la generación de valor por la vía de la innovación y en la generación de ventajas comparativas dinámicas, todo esto teniendo como palanca los recursos naturales.

En 2016, durante el segundo Gobierno de la ex-Presidenta Bachelet, en el marco de la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento, y con los recursos del Fondo de Inversión Estratégica (FIE), la CORFO crea el Programa Estratégico Regional Clúster Minero para la Región de Antofagasta⁴⁶. En estos cuatro años, desde su creación, se elaboró la Hoja de Ruta 2025 con cuatro ejes estratégicos: encadenamientos con la industria; emprendimientos tecnológicos; servicios tecnológicos de I+D; y formación de capital humano. Posteriormente, se hizo un levantamiento y priorización de brechas tecnológicas y competitivas. A continuación, se priorizó la ejecución de cinco proyectos claves para acelerar los objetivos del clúster y, a su vez, resolver integralmente las brechas detectadas: i) fortalecimiento de la gobernanza del clúster; ii) Consejo Regional para la Formación del Trabajo; iii) Modelo de fortalecimiento y apoyo a proveedores innovadores; iv) Plataforma distribuida de pilotaje, prueba, prototipado de innovaciones; v) Parque tecnológico y de innovación (CMA, 2016).

A pesar de las diferencias conceptuales, orientaciones ideológicas y matices respecto del rol del Estado, y de los resultados del Programa Clúster Minero y del Programa Estratégico Regional Clúster Minero para la Región de Antofagasta, existe un consenso en la mayoría de los actores de la clase política: la necesidad de aprovechar el potencial de Chile de ser el principal productor de cobre del mundo. Liderazgo al que se suman las ventajas de la alta dotación de recursos de litio y de energía solar. Factores que concurren estratégicamente en el proceso de transición energética, y que le permiten a Chile proyectarse con una posición notable a nivel regional y mundial.

En 2014, al inicio del segundo Gobierno de la ex-Presidenta Bachelet, se creó una Comisión Asesora Presidencial denominada Comisión Minería y Desarrollo (CMD), integrada por un grupo de expertos y representantes de distintas organizaciones y gremios de la industria minera, ONG y centros de pensamiento. El informe de la CMD, denominado "Una Plataforma de Futuro para Chile", partía de un diagnóstico que resaltaba la importancia de la minería para el desarrollo económico del país, la falta de confianza en la población hacia la actividad extractiva, las brechas en productividad, protección ambiental y participación ciudadana, y las repercusiones en la caída del nivel de inversiones en la industria. El documento buscaba crear una visión compartida, identificar las prioridades estratégicas y establecer objetivos a largo plazo. En la visión al 2035, entre otros temas, se señalaba como objetivos estratégicos, incrementar la producción hasta los ocho millones de toneladas de cobre al año 2035, alcanzar los 10,000 millones de dólares al año 2035 en exportaciones de bienes y servicios asociados a la minería y desarrollar al menos 250 empresas proveedoras de clase mundial. (CNID, 2014).

Esta iniciativa, en el lado productivo definió cuatro pilares: i) Mejoramiento de la base productiva, desarrollo de inversiones y exploraciones para el desarrollo minero sostenible; ii) Programas colaborativos de I+D+i; iii) Industria exportadora de equipos, tecnología y servicio intensivos en conocimiento; iv) Desarrollo de capacidades críticas de capital humano y relaciones laborales para la sostenibilidad. Dentro de cada uno de los ejes se sugirió una serie de objetivos, acciones y actividades. Como parte de los ejes, se acogió el Programa de Proveedores de Clase Mundial (PPCM)⁴⁷ con la idea de ampliarlo y potenciarlo.

⁴⁶ La creación del programa en Antofagasta está de hecho justificada por ser el principal polo minero de Chile. Se extrae el 53% del cobre, el 54% del molibdeno, el 49% del oro, el 60% de la plata y el 100% del litio. La minería representa el 57% de la actividad económica regional.

⁴⁷ El PPCM nació en 2008 como una iniciativa privada de la empresa australiana BHP, a la que se unió en 2010 la empresa pública CODELCO, ampliando la escala de la iniciativa y el potencial impacto en la base productiva nacional. Posteriormente, desde el lado del Estado se incorporaron el Ministerio de Minería y la CORFO, y desde la industria se sumaron otras empresas mineras y asociaciones gremiales. El objetivo del programa era desarrollar un sector de proveedores mineros con un alto potencial exportador. Bajo la lógica de un win-win se buscaba mejorar las capacidades de los proveedores locales y encontrar soluciones innovadoras a los problemas productivos que enfrentan las empresas en sus faenas. Como meta inicial se esperaba desarrollar y fortalecer a más de 250 proveedores de clase mundial hacia el 2020 (Meller y Parodi, 2017; Castillo y otros, 2018).

En 2015, sobre la base de los planteamientos del informe de la CMD, se creó el Programa Alta Ley⁴⁸ bajo la tutela de la CORFO, con la participación de la industria minera, el Estado, la academia y centros de I+D, con la finalidad de identificar oportunidades, requerimientos de I+D y desafíos para crear capacidades tecnológicas y desarrollar un sector de proveedores con base tecnológica. Como parte de su planificación, se construyó una Hoja de Ruta Tecnológica (HRT) con una visión al 2035, con el objetivo de apoyar a la industria en su competitividad, impulsar la producción hasta los 7.5 millones de toneladas de cobre de mina al año, facilitar el surgimiento de 250 proveedores de bienes y servicios de clase mundial, y alcanzar 4,000 millones de dólares anuales de exportaciones de dichos bienes, servicios y tecnologías aplicadas a la minería. Es decir, como parte de la HRT, se fijaron una serie de metas entre las que se rescata el objetivo inicial del PPCM, y los objetivos de la CMD, acotando y desplazando las metas de 2020 al 2035 e incluyendo el plan dentro de un programa con cobertura institucional gubernamental.

Desde 2016, para la ejecución de la HRT, se diseñaron una serie de proyectos en cada uno de los ocho ejes, que se encuentran en distintas etapas de ejecución. La HRT, ahora denominada 2.0, luego de su proceso de actualización terminado en 2019, incluyó tres nuevos núcleos: exploraciones, minería verde y usos del cobre, a los ocho anteriormente existentes: operaciones y planificación minera; concentración de minerales; relaves; hidrometalurgia; fundición y refinación; capital humano; proveedores y minería inteligente (Alta Ley, 2019). En el eje específico de proveedores se ubica el PPCM que, a partir de 2017, se transformó en el Programa de Innovación Abierta de la Minería (PIAM), que opera bajo el nombre de *Expande*⁴⁹. Este nuevo enfoque, basado en el paradigma de la innovación abierta, busca ampliar la base de *stakeholders*, incluyendo a una institucionalidad pública más amplia⁵⁰, a las grandes empresas y centros de investigación no vinculados necesariamente a la minería, y promover una relación más interactiva y abierta con la participación de un *broker tecnológico* -en este caso Fundación Chile- que haga ese vínculo entre demandantes y oferentes de soluciones tecnológicas (Meller y Parodi, 2017).

Los resultados del Programa Alta Ley -ahora Corporación Alta Ley- y de la HRT, no han sido los esperados. A decir de CESCO (2020), luego de haber transcurrido cinco años desde su lanzamiento, no se observa un avance claro con el cumplimiento de alguna de sus metas. En este sentido, en varios estudios (Meller y Parodi, 2017; Castillo, y otros, 2018; Katz, 2020) se califica como poco satisfactorios los resultados logrados⁵¹.

El Programa Alta Ley, únicamente a partir de la actualización de la HRT 2.0 de 2019, incorporó como parte de sus ejes o núcleos articuladores a los usos del cobre. El eje de usos del cobre es el primero en incorporar el concepto de avanzar en la cadena de valor del cobre en términos de productos con mayor

⁴⁸ En el 2018 el Gobierno de Sebastián Piñera fusionó el programa con el Centro de Investigación en Minería y Metalurgia (CIMM), y creó la Corporación Alta Ley para la Minería, liderada por el Ministro de Minería y que tiene como objetivo potenciar la innovación para abordar los desafíos en productividad, sustentabilidad y seguridad de la industria.

⁴⁹ El programa pretende articular y fomentar la generación de redes de colaboración; facilitando el intercambio, escalamiento y transferencia tecnológica; transfiriendo conocimiento y herramientas al ecosistema; y apoyando a empresas proveedoras que habiliten el desarrollo de una industria de bienes y servicios en torno a la minería con potencial exportador.

⁵⁰ Las agencias participantes en la institucionalidad del PIAM son: Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), Ministerio de Economía, CORFO, ENAMI, CODELCO, Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT), Asociación de proveedores Industriales de la Minería (APRIMIN), Asociación Gremial de empresas para la innovación y la exportación de productos, insumos y servicios intensivos en conocimiento para el sector minero e industrial (MINNOVEX), Consejo Minero, SONAMI, grandes compañías mineras, pymes proveedoras, Asociación de Industriales de Antofagasta y universidades (Universidad de Chile y PUC).

⁵¹ Durante el año 2018, de las 6,334 empresas registradas como proveedoras de la minería, 478 empresas exportaron productos y/o servicios por un monto total de 554 millones de dólares#. Estas empresas exportadoras representan el 5.6% del universo de empresas proveedoras mineras, sus envíos representaron un 0,74% de las exportaciones totales chilenas y un 1,3% de las exportaciones correspondientes del sector minero en el año 2018. (ProChile, 2019).

valor agregado, sugiriendo la posibilidad de integrar en la cadena de producción al *copper foil*⁵², como un producto en los segmentos finales de la cadena de valor de las baterías de ión de litio. En este eje se plantea el desarrollo de I+D+i en las denominadas industrias tradicionales del cobre, con especial énfasis en las aplicaciones relacionadas con las energías renovables y la electromovilidad, además de los sistemas de refrigeración. De esta forma, en las industrias no tradicionales, la salud e higiene, considerando las características antimicrobianas del cobre, se plantea como desafíos los métodos de producción y procesamiento de cobre para la generación de nanopartículas y/o aleaciones, la manufactura de estos y nanotecnología aplicada en diferentes industrias, tanto en el desarrollo de películas protectoras, telas y materiales, entre otros (Poveda, 2020a). Esta última aplicación toma mucha relevancia en el contexto de la pandemia del COVID 19 que ha generado expectativa en los centros de investigación de Chile y de otros países⁵³ A nivel local, un grupo de investigadores de la Universidad de Chile y la Universidad de los Andes, con el apoyo del Instituto de Salud Pública, desarrollan un estudio para probar la eficacia del cobre para eliminar el virus del COVID 19⁵⁴. El uso del cobre en nanopartículas ya ha sido utilizado antes en Chile para aprovechar las propiedades antimicrobianas para la fabricación de ropa deportiva, vestuario de recién nacidos, o uniformes para mineros o para profesionales de la salud, por empresas como The Copper Company, Monarch y Baby Cu.

Por otro lado, se visualiza al cobre como parte ineludible del nuevo paradigma energético que converge con las altas reservas de litio y el potencial solar que posee Chile, especialmente luego del informe de la Comisión Nacional del Litio de 2015; la posterior negociación de los contratos con Albemarle (2016) y SQM (2018) que realizó la CORFO, en la que se incluyen las cláusulas de incentivos al valor agregado y de investigación y desarrollo; y las licitaciones internacionales que impulsa la CORFO para atraer fabricantes especializados en la cadena de producción de baterías de ión litio y para implementar los centros de investigación e institutos vinculados a la energía solar, la minería de bajas emisiones y los materiales avanzados de litio y otros minerales.

En definitiva, las innovaciones tecnológicas energéticas, el ineludible sendero de la transición hacia una economía post fósil, el imaginario de modernidad en la frontera tecnológica que estas tendencias traen consigo, y la alarma mundial provocada por la pandemia del COVID-19 y sus efectos económicos y productivos, configuran el contexto ideal para provocar el debate sobre la necesidad de una política que impulse el desarrollo de nuevas industrias de alto valor y contenido tecnológico.

3. Una mirada horizontal: la educación superior y la investigación, el nexo entre la ciencia, la educación, la innovación y el crecimiento económico

Desde inicio de la década de 2000, Chile busca un enfoque más sistémico de la innovación con políticas en donde el gobierno asume un rol más activo, sin ser protagonista, de coordinación y articulación del sistema junto con las empresas y la academia (Cimoli y otros, 2007). En ese sentido, con una visión de desarrollo productivo, durante la administración del ex-Presidente Ricardo Lagos se aprueban reformas y programas claves: i) La creación del Impuesto Específico a la Minería en 2005 que permite financiar programas multianuales de innovación; ii) El establecimiento del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) en 2006 implementado a través de la CORFO y la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT); iii) La creación en 2005 del Consejo Nacional de Innovación y Competitividad –hoy Consejo Nacional de Innovación y Desarrollo (CNID)–, como un órgano asesor de la Presidencia para la identificación y priorización en las estrategias de políticas

⁵² Hoja muy delgada compuesta por metales maleables, comúnmente de aluminio, estaño y cobre utilizada como conductor eléctrico, térmico y en diferentes aleaciones. De acuerdo con lo planificado en la HRT 2.º los mayores desafíos de I+D+i para el copper foil están sobre todo en la introducción de mejoras en su producción y calidad, lo cual "representa para Chile una oportunidad de generación de capacidades de manufactura local incluyendo la nanotecnología".

⁵³ Ver: <https://www.msn.com/es-cl/noticias/chile/el-cobre-la-soluci%C3%B3n-chilena-para-ayudar-a-frenar-la-pandemia-del-covid-19/ar-BB134KFL>.

⁵⁴ Véase: <https://innovacionchilena.cl/investigadores-chilenos-prueban-la-eficacia-del-cobre-para-eliminar-el-coronavirus/>.

públicas de innovación. Más adelante, durante el Gobierno de la ex-Presidente Bachelet, en 2008, en el contexto de la Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad (2007), se aprobó la denominada Ley de I+D sobre Incentivos Tributarios a la Inversión Privada en I+D, posteriormente perfeccionada con las reformas de 2012⁵⁵. Y, en 2018, al inicio del Gobierno del Presidente Sebastián Piñera, se creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), con la finalidad de dar orden, orientar y fortalecer el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. La existencia del nuevo ministerio se concibió desde 2015 en el marco de los lineamientos estratégicos del informe de la Comisión Asesora Presidencial: Ciencia para el desarrollo de Chile⁵⁶ (OCDE/NU, 2018a, CNID, 2014; Poveda, 2020b).

A los incentivos y reformas mencionados antes, se incorporan una serie de herramientas implementadas a través de las agencias de gobierno CORFO y CONICYT. La CORFO maneja una serie de programas, entre ellos: i) Startup Chile⁵⁷, una aceleradora de negocios creada en 2010 que se ha posicionado regionalmente; ii) Programa de Atracción de Centros de Excelencia, que permitió la instalación de varios centros de prestigio internacional en alianzas estratégicas con actores locales académicos y productivos⁵⁸; y iii) el programa de clústeres, entre estos el minero de Antofagasta. Por su parte, el CONICYT se enfoca en el desarrollo del talento humano, con programas como el de Formación de Capital Humano Avanzado (Becas Chile), que busca contribuir al incremento del capital humano para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación y el financiamiento de estudios de postgrado en Chile y en el exterior (OCDE, 2017a; IGF, 2018b; OCDE/UN, 2018).

En materia de educación superior Chile ha tenido avances muy grandes. El gasto total ajustado a la inflación del Ministerio de Educación en ayuda financiera, en formas de becas y créditos, aumentó en un 865% entre 2004 y 2015. El gasto específico en becas se elevó en 1351%. Las universidades chilenas se posicionan muy bien en los rankings internacionales según los estándares regionales. En el ranking QS para Latinoamérica 2019, las universidades chilenas ocuparon 15 de los 100 primeros lugares, con dos entre las 10 primeras, y la Pontificia Universidad Católica ocupa el primer lugar en el ranking regional. Por su parte, Ecuador registra cuatro universidades entre las 100 primeras y la Universidad San Francisco de Quito, la mejor posicionada, ocupa el puesto 55. En el caso del Perú, con tres universidades entre las 100 primeras y la Pontificia Universidad Católica del Perú en el ranking 18.

A pesar del sólido desempeño en comparación con otros países latinoamericanos, las universidades chilenas tienen una presencia limitada en los niveles altos de los rankings mundiales. Chile obtiene mejores resultados en el QS World University Rankings, con dos universidades entre las 250 mejores (la Pontificia Universidad Católica de Chile en el lugar 132 y la Universidad de Chile en el lugar 208). En otro indicador, los chilenos graduados de educación superior que participan en el Programa de

⁵⁵ Estos incentivos se vincularon a los programas de desarrollo de clústeres liderado por la CORFO, siendo las empresas mineras las actividades que han registrado el 50% del total de créditos tributarios certificados por la CORFO.

⁵⁶ La Comisión Asesora Presidencial fue creada en enero de 2015 por la presidenta Michelle Bachelet, integrada por 35 expertos ligados a la materia, con el objetivo principal de entregar una propuesta para fortalecer la ciencia en Chile, para que la investigación científica se constituya en un pilar del desarrollo nacional y permita la inserción internacional del país.

⁵⁷ El programa iniciado en 2010 es una década después líder de Latinoamérica, ha acogido a más de 1,900 startups provenientes de 85 países y le ha permitido a Chile liderar indicadores de emprendimiento a nivel mundial. En efecto, Chile está entre los cuatro primeros países con mayor cantidad de startups en minería, luego de Australia, Estados Unidos y Canadá, siendo Santiago la ciudad líder mundial con más startups mineras en operación superando a ciudades como Brisbane, Perth y Toronto.

⁵⁸ En el sector minero existen en la actualidad varios centros de investigación de prestigio internacional como el Sustainable Minerals Institute (SMI) de la Universidad de Queensland, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), del gobierno federal de Australia, Fraunhofer de Alemania y el Centro Avanzado de Tecnología para la Minería de la Universidad de Chile (AMTC).

la Evaluación Internacional de Competencia de Adultos (PIAAC)⁵⁹ tienen uno de los niveles más bajos de competencias entre los países de la OCDE (OCDE, 2017a)⁶⁰.

Desde el sector privado, una iniciativa que hace de bisagra entre las necesidades de la fuerza laboral que demanda la industria minera y las actividades de educación y formación profesional que realiza el Estado, es el Consejo de Competencias Mineras (CCM). Esta labor, nació en 2012 desde el Consejo Minero⁶¹, con la asesoría de Fundación Chile, y funciona como un ente articulador entre el mundo formativo y la industria minera. La actividad del CCM se ha enfocado en un eje de generación de información estratégica sobre los requerimientos de talento humano y la definición de estándares sectoriales. Además, promueve la capacitación y entrenamiento dentro de las competencias técnicas y profesionales requeridas en la minería, así como la generación de espacios de diálogo y reflexión a través de foros y seminarios. Entre los principales productos del CCM están el Marco de Cualificaciones Sectorial, que se constituye en un referente para otros sectores y para el Ministerio de Educación que en 2019 desarrolló el Marco de Cualificaciones para la Formación Técnico Profesional. Otra publicación importante anual del CCM es el estudio de Fuerza laboral de la Gran Minería Chilena que hace un análisis de la oferta, demanda y brechas, con una proyección de diez años⁶² (IGF, 2018b; CCM, 2020).

4. Política Nacional de Minería: ¿una visión integral y de largo plazo?

En agosto de 2019, el Ministerio de Minería dio inicio oficial a la primera etapa en la construcción de la denominada Política Nacional de Minería (PNM) 2050. El proceso de elaboración de la política está definido como un diálogo informado, amplio y participativo de alcance regional y nacional. Prevé la participación de la sociedad civil, sector público, la industria minera, la academia, los gremios empresariales y sindicales⁶³. En enero de 2020, se anunció la culminación de la primera etapa de discusión y el inicio de una siguiente que comprendería la conformación de mesas de trabajo técnicas con la participación de expertos y la difusión y relevamiento de información a nivel territorial, fortaleciendo la participación de la ciudadanía⁶⁴.

En julio de 2020, el gobierno decidió someter la PNM al proceso de Evaluación Ambiental Estratégica previsto en la legislación ambiental como una medida de legitimidad en la sostenibilidad de la política a largo plazo. En agosto de 2020, se revisaron y sincronizaron los procesos y se anunció el avance de la iniciativa, esta vez mediante: i) una fase territorial de construcción colectiva a través de talleres virtuales; ii) nueve comisiones técnicas de ejes temáticos de expertos y profesionales para

⁵⁹ El Programa para la Evaluación Internacional de las Competencias de Adultos (PIAAC) desarrolla y lleva a cabo la evaluación de competencias de adultos. La evaluación mide las competencias de los adultos en las destrezas clave del procesamiento de la información —la comprensión lectora, matemática y de resolución de problemas en ambientes digitales— y recopila información y datos sobre cómo los adultos usan sus competencias en el hogar, en el trabajo y en la comunidad en general.

⁶⁰ Para mayores detalles del ranking QS para Latinoamérica véase: [en línea] <https://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2020> [fecha de consulta: agosto de 2020].

⁶¹ El Consejo Minero es la asociación gremial que reúne a las empresas mineras de mayor tamaño que producen en Chile. Cada una de las empresas socias del Consejo Minero tiene una producción de más de 50.000 toneladas de cobre fino al año, o una cantidad económicamente equivalente en otros metales. Entre los socios del Consejo Minero representan el 95% de la producción nacional de cobre.

⁶² De acuerdo con el último informe publicado en 2019, las brechas de capital humano indican que la tendencia de estudios anteriores se mantiene, con requerimientos en capacidades técnicas especializadas a nivel de mantenedores mecánicos, operadores de equipos móviles, operadores de equipos fijos, supervisores de mantenimiento y mantenedores eléctricos. Por otra parte, otros perfiles profesionales que se proyectan con sobre oferta son los relacionados con la geología, ingenieros especialistas y profesionales de extracción mina.

⁶³ Véase para mayores detalles: <https://www.mch.cl/2020/02/04/subsecretario-de-mineria-detalla-alcances-de-la-politica-nacional-minera-2050/>.

⁶⁴ Ver para mayor información: <https://www.portalminero.com/wp/politica-nacional-minera-cierra-primera-etapa-de-trabajo-y-da-inicio-a-proceso-regional/>.

diseñar las metas e indicadores de seguimiento⁶⁵; iii) una fase virtual ampliada a través de una plataforma donde se recogerán aportes adicionales a los distintos ejes temáticos⁶⁶.

El inédito esfuerzo en la elaboración de una política de minería, que rebasa la arena tradicional de los expertos y que se inserta en un ámbito de discusión más democrático y con una amplia participación multinivel, tendrá como primer desafío lograr los consensos necesarios para ser oficializado; y, posteriormente, una vez concluido y aprobado, el reto de obtener la legitimidad social y política que le permita permanecer como una política de estado a largo plazo que vaya más allá del ciclo presidencial que termina en 2022.

B. El Perú

En el Perú, desde la década de 1990, en la que se diseñó el marco normativo e institucional minero, el enfoque de la política pública ha estado centrado en mejorar la competitividad de las inversiones para la exploración y explotación de los recursos minerales. En este período de fuerte expansión de la minería a gran escala, se diseñaron las normas e instituciones destinadas a crear las condiciones e incentivos que se consideraban necesarios para competir en la carrera de atracción de capitales foráneos para el desarrollo minero. Entre las normas jurídicas que se dictaron en la década de 1990 se encuentra el Decreto Legislativo No. 662 de 1991, que crea un régimen de estabilidad jurídica para las inversiones extranjeras; en ese mismo año, el Decreto Legislativo No. 674, que crea la Comisión de Promoción de la Inversión Privada (COPRI) e inicia el proceso de privatización de las empresas del Estado; y el Decreto Legislativo 757 que tiene por objeto garantizar la libre iniciativa y las inversiones privadas. En el siguiente año, se promulgaron la Ley General de Minería (DL No. 109) y la Ley de Promoción de Inversiones en el Sector Minero (DL No. 708). A partir de estas reformas, se instauró un régimen económico de mercado que, en el ámbito de la minería, en un contexto de altos costos de producción y bajo niveles de inversión estatales, significó que entre 1992 y 2001 se produjeron quince privatizaciones de operaciones mineras, que incluyeron, entre otras, Quellaveco, Cerro Verde, La Granja, Tintaya, Antamina, y las operaciones de Centromin Perú como el Complejo Metalúrgico de La Oroya, (De Echave, 2020; Lagos, 2017; Consejo Minero, 2014).

La institucionalidad de la minería en el Perú se fue consolidando con varias reformas incrementales ocurridas en los diferentes períodos presidenciales, en los que, a pesar de los distintos cambios en la orientación política de los gobiernos y de ciertos períodos de inestabilidad política, la dirección del impulso a la inversión extranjera directa como mecanismo para el desarrollo de la minería a gran escala se mantuvo vigente en las últimas tres décadas.

Al igual que en el caso de Chile, en el Perú algunas reformas relevantes se dieron durante el súper ciclo de los minerales. En materia de participación ciudadana y consulta se promulgó la Ley de Consulta previa en 2011 que regula la implementación del derecho de consulta para pueblos indígenas, vigente en el Perú desde la ratificación del Convenio 169 de la OIT ocurrida en 1994. Al inicio del nuevo milenio, en un contexto de presión en favor de la descentralización política y fiscal, se expidió la Ley de Canon Minero en 2001 con la finalidad de distribuir a los gobiernos subnacionales el 50% de todos los ingresos por impuestos a las ganancias de la minería. Posteriormente, en 2004, la Ley de Regalía Minera estableció una contraprestación económica que los titulares de las concesiones mineras pagan al Estado por la explotación de los recursos minerales, en ese momento sobre el valor internacional del

⁶⁵ Entre los nueve ejes temáticos se encuentra el de innovación y cadena de valor en donde se incluye la industria FURE. Además, los temas son: institucionalidad y desarrollo minero, capital humano y productividad, relaciones laborales y equidad de género o, participación ciudadana y desarrollo territorial, impuestos e inversión pública, minería verde, pequeña y mediana minería, y pueblos indígenas.

⁶⁶ Para mayores detalles véase: <https://www.guiamineria.cl/politica-nacional-minera-ministerio-apunta-a-un-proceso-democratico-fundado-y-legitimo/>.

concentrado de cobre, y a ser distribuida en el 100% entre los gobiernos regionales, municipalidades y universidades nacionales donde se explota el yacimiento. En el 2011, durante el gobierno del presidente Ollanta Humala, con el objetivo de buscar una mayor captura de la renta por parte del Estado central y una mayor progresividad fiscal, se reformó el régimen de la Regalía Minera⁶⁷ y se crearon el Gravamen Especial a la Minería (GEM)⁶⁸ y el Impuesto Especial a la Minería (IEM)⁶⁹ (De Echave, 2020).

En materia ambiental, con un prematuro Código Ambiental de 1990, ya durante el auge de los minerales, se crearon el Ministerio del Ambiente (2008) como entidad encargada de la rectoría y políticas sectoriales, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en 2009 con funciones de supervisión, control y sanción en materia ambiental; y, en 2012, el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE), encargado de aprobar las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA).

La gobernanza del cobre en el Perú ha estado regida por políticas generales de promoción y regulación aplicadas a todo el sector minero. De Echave (2020) concluye que el despegue en la producción de cobre, que ha colocado al Perú como segundo productor mundial, es explicada básicamente por tres factores: i) la alta dotación de recursos geológicos, el Perú está ubicado en la tercera posición en las reservas mundiales de cobre; ii) las políticas de promoción de la inversión sostenidas desde la década de 1990 y en adelante combinadas con una estabilidad macroeconómica; y, iii) el contexto muy favorable de precios internacionales que se inicia en la década de 2000 y que aceleró la maduración de nuevos proyectos mineros, los que iniciaron operaciones sobre todo en la siguiente década, sumado a los bajos costos de producción (*cash cost*) de este mineral en el Perú. A estas conclusiones, se puede agregar el aislamiento de la minería de los vaivenes de la fragilidad política de los gobiernos en la última década.

El marco normativo de la minería en el Perú se desarrolló sin la conexión entre las actividades extractivas y las de desarrollo productivo. La innovación y la agregación de valor a partir de la minería no fueron parte de la agenda política en la generación de incentivos en investigación y desarrollo (I+D), o en la coordinación de redes de educación superior y centros de investigación con las empresas mineras, ni en una apuesta estatal de inversión en capacidades productivas de fundición, refinación o de segmentos finales en la cadena de valor del cobre. Los resultados que existen en pocos casos de empresas locales proveedoras de la minería han surgido a partir de estrategias puntuales que se dieron entre empresas (Molina, 2019).

1. Enlaces productivos del cobre: primeros ensayos de política pública

En un contexto de fin del súper ciclo de precios de los minerales, que se observa marcadamente desde 2012 en adelante, se produce la consolidación del denominado corredor minero del sur del Perú, que atraviesa las regiones de Apurímac, Cusco y Arequipa, a partir de la apertura y ampliación de cuatro operaciones mineras: Antapaccay de Glencore (2013), Constancia de Hudbay (2014), la ampliación de Cerro Verde de Freeport-McMoRan y Las Bambas de MMG (2016). Además de la operación de Toromocho, de la empresa Chinalco (2015), ubicada en Junín, en el centro del país⁷⁰. De forma paralela al salto productivo, los flujos de inversión tomaron una senda descendente a pesar de las políticas de flexibilización ambiental y social implementadas desde 2013 (De Echave, 2020).

⁶⁷ La Ley de Regalía Minera fue reformada en 2011 y se cambió su definición a una contraprestación calculada sobre la utilidad operativa en lugar de sobre el valor bruto de las ventas de concentrado de cobre.

⁶⁸ Según la ley, el GEM es un recurso público originario proveniente de la explotación de recursos naturales no renovables y que se hace aplicable a los sujetos de la actividad minera, respecto de proyectos por los que se mantienen vigentes contratos de garantía y medidas de promoción a la Inversión.

⁶⁹ El IEM grava la utilidad operativa y se calcula y liquida trimestralmente.

⁷⁰ Todos estos proyectos permitieron que el Perú duplique su producción de cobre en sólo tres años, ubicándose como el segundo productor a nivel mundial.

En 2014, durante el gobierno del ex-Presidente Ollanta Humala, el Ministerio de Producción presentó el Plan Nacional de Diversificación Productiva (PNDP) con tres ejes estratégicos: i) diversificación productiva; ii) reducción de sobrecostos y de regulaciones; y iii) expansión de la productividad. En el primer eje se prioriza, la creación de un programa de apoyo a los clústers en el país. El PNDP propone el desarrollo de clúster en todas las regiones, aprovechando los recursos regionales y la estructura productiva futura de cada una de ellas. Un año antes, en el marco del debate público sobre el rol de las industrias extractivas en la economía y la diversificación productiva, el Consejo Nacional de la Competitividad (CNC) realizó un mapeo de clústeres en el Perú. Se identificaron 41 clústeres productivos. En el sector minero cuatro: Norte (Ancash, Cajamarca y la Libertad), Centro (Junín, Lima y Pasco), Sur (Arequipa, Moquegua, Tacna y Madre de Dios); y un clúster auxiliar minero de Lima y Arequipa. Los cuatro ocuparon posiciones estelares en el ranking de los 41 identificados, sobre todo, por el alto potencial de crecimiento de negocio relacionado con el gran tamaño del negocio minero a nivel mundial, además de su elevada tasa de crecimiento futura y la alta masa crítica empresarial de los mismos (Baca y Quiñonez, 2014; Ramírez, 2019).

La política de clúster se complementa con el Plan de Desarrollo de los Servicios Logísticos de Transporte elaborado en 2014 por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en colaboración del BID. Este Plan se construyó como una herramienta de análisis, evaluación, planificación y promoción para afrontar los principales retos y potenciar la competitividad futura de los sectores del transporte, logística e industria peruanos. La información de estas dos herramientas de planificación y del Plan de Desarrollo de los Corredores Económicos Productivos (2006-2016), mediante el que se identificaron cadenas productivas estratégicas a nivel nacional, permitió visualizar la importancia del corredor económico de la cadena minera ubicada entre las regiones de Apurímac, Cusco, Arequipa y Moquegua al sur del país (Narrea, 2018). El PNDP se inserta, además, en el marco del Plan Estratégico Nacional Exportador 2025 (PENX)⁷¹, actualizado en 2015⁷². El PENX 2015 estableció dentro de sus cuatro pilares: i) la internacionalización de la empresa y diversificación de mercados; ii) la oferta exportable diversificada, competitiva y sostenible; iii) la facilitación del comercio exterior y eficiencia de la cadena logística internacional; y, iv) la generación de capacidades para la internacionalización y consolidación de una cultura exportadora (PENX, 2025).

El PNDP se configuró como el primer acercamiento a una política de estado para el desarrollo de clústeres en la minería. Sin embargo, el programa de clúster no tuvo la continuidad requerida en el siguiente gobierno.

Hasta el PNDP, las actividades habían estado dirigidas por iniciativas empresariales para el desarrollo de capacidades y compras locales como promotoras del desarrollo local, sin ninguna articulación regional o nacional. Durante la última década, algunas empresas mineras implementaron programas de desarrollo de proveedores. Estos programas generalmente buscan satisfacer necesidades puntuales de las empresas mineras. Los proveedores locales son invitados a participar y muchas veces entrenados en procesos de capacitación en diferentes bienes o servicios, transporte, construcción, mantenimiento, provisión de insumos. Las empresas locales aprovechan la proximidad con empresas internacionales altamente competitivas. Estos programas fomentan los derrames tecnológicos que pueden aportar técnicas y métodos innovadores y pueden transformar la transacción del compradorproveedor en una relación de cooperación y alianza a largo plazo (OCDE, 2017b). Entre los casos destacados está el de Antamina, que impulsa un programa de proveedores inspirado en el trabajo iniciado en 2008 por BHP Billiton en Chile. La iniciativa promueve la innovación de proveedores para dar soluciones de mejora en los procesos de la operación minera (Ramírez, 2019).

⁷¹ Véase para mayores [En línea] http://servicios.produccion.gob.ec/siipro/downloads/temporales/9_Plan%20estrategico%20integral%20de%20industrias%20intermedias%20y%20finales..compressed.pdf [fecha de consulta: septiembre de 2020].

⁷² La implementación del PENX 2025 tuvo como base el PENX 2003-2013, primera actividad multisectorial de planeamiento en materia de comercio exterior en el Perú, así como las lecciones aprendidas en su implementación. Dicho Plan, que abarcó tres gobiernos, se mantuvo vigente debido a su principal fortaleza: su naturaleza técnica y multisectorial, con participación conjunta del sector público y privado (PENX, 2025).

2. Un centro de fundición y refinamiento regional: ¿un discurso político?

El gobierno liderado por el ex-Presidente Pedro Pablo Kuczynski (PPK), había anunciado como uno de sus objetivos estratégicos avanzar en la cadena productiva de las materias primas y transformar al Perú en un centro regional de refinación de cobre. La decisión de impulsar las inversiones para incrementar la capacidad de refinamiento local se había anunciado en la campaña electoral a pesar de no formar parte del Plan de Gobierno 2015-2021. De igual forma, antes de asumir su mandato, el ex-Presidente Kuczynski había visitado La Oroya y prometido resucitar el complejo industrial. En septiembre de 2016, el primer viaje oficial de PPK como Presidente de la República fue a China (principal socio comercial del Perú, y país de origen de las empresas con la mayor cartera de inversiones mineras del Perú). Uno de los temas principales de la agenda presidencial fue la promoción de inversiones, entre ellas la de fundición y refinación de cobre⁷³.

La voluntad política de industrializar los minerales en el Perú se confirmó con la reforma a los estándares de la calidad ambiental del aire realizada en 2017, mediante el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, que elevó el límite para dióxido de sulfuro de 20 a 250 g/m³ al día, lo que habría tenido como motivación principal el facilitar la inversión en fundiciones para el procesamiento de minerales y, en especial, concretar la venta del Complejo Metalúrgico de La Oroya (De Echave, 2020). Desde el inicio de su mandato, PPK había manifestado la necesidad de adecuar la normativa de emisiones a la realidad ya que aparentemente era más exigente que en países como Finlandia, Australia, China o Chile⁷⁴.

El Complejo Metalúrgico de la Oroya se vio forzado a cerrar en 2009, afectado por la crisis financiera de 2008 que acentuó el mal manejo de sus finanzas, y por la falta de cumplimiento de la normativa ambiental a la que estaba obligado⁷⁵. Su cierre, además de afectar en la reducción de la capacidad de fundición y refinamiento de cobre del Perú, provocó un fuerte impacto en la economía de la población de La Oroya que dependía de la actividad productiva minera. En 2015, en uno de los puntos máximos de conflicto social, una marcha en La Oroya para pedir al Gobierno la operación de la planta y el relajamiento de los requerimientos ambientales terminó con un muerto y 50 heridos luego de enfrentamientos con la policía⁷⁶. Durante el 2020, y luego de varios fracasos de subastas internacionales en los últimos 10 años, se encuentra en proceso la liquidación del Complejo Metalúrgico La Oroya. Con esta figura jurídica, se espera que los trabajadores reciban como dación en pago de sus acreencias acciones en la empresa creada para la tenencia, gestión y operación del complejo industrial, que se espera inicie nuevamente sus operaciones en 2021⁷⁷. Desde su cierre, hay posiciones contrarias. Por una parte, quienes abogan por su reapertura considerando la generación de miles de plazas de trabajo y la reactivación económica; y, por otra, quienes reclaman por los perjuicios a la salud que el complejo industrial habría dejado en la población luego de varios años de operación sin cumplir con estándares internacionales de calidad de aire y emisiones⁷⁸.

A pesar de los esfuerzos del gobierno del ex-Presidente Kuczynski, sin un plan definido y con la complejidad que esta clase de desafíos conlleva, hasta su interrupción en marzo de 2018, no se logró

⁷³ Ver para mayores detalles: <https://lta.reuters.com/articulo/domesticNews/idLTAKN11F2LJ>.

⁷⁴ Véase: <https://larepublica.pe/politica/785489-ppk-buscara-reducir-estandares-ambientales-para-promover-refinerias/>; y <https://www.servindi.org/actualidad-noticias-opinion/26/07/2017/ppk-un-ano-desmantelando-politicas-ambientales>.

⁷⁵ Para mayores detalles: <http://miningpress.com/299294/las-refinerias-de-ppk-el-gran-desafio>.

⁷⁶ La reapertura del complejo tiene muchas aristas que enfrentar. Por una parte, los procesos de subasta de sus activos han fracasado en varias ocasiones. Si se llegara a adjudicar, se deberá buscar una solución con los acreedores -entre ellos el Estado- y el nuevo operador deberá realizar inversiones para modernizar sus procesos. Además, debería realizar las inversiones necesarias para cumplir con la normativa ambiental y de emisiones vigente.

⁷⁷ Véase para más información: <https://dacionenpagodoerun.pe/>.

⁷⁸ La contaminación por años en La Oroya ha sido llevada a cortes internacionales. En el 2007, la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) ordenó a Perú evaluar y diagnosticar para realizar un tratamiento a 65 personas afectadas por plomo. En el 2008, un grupo de abogados demandó a la estadounidense Renco Group -matriz de Doe Run que compró la fundición peruana en 1997- ante un tribunal de Missouri en Estados Unidos a nombre de 77 niños de La Oroya por presuntos daños por plomo.

concretar ninguna inversión en una nueva fundición o refinería de cobre ni en la reactivación del complejo metalúrgico de la Oroya, dos de los desafíos que se había planteado al inicio de su mandato. Con el fin de su gobierno, esta intención política se desvaneció.

3. Un gobierno de transición y el retorno a la planificación productiva

En marzo de 2018, Martín Vizcarra asumió la presidencia, luego de la renuncia de Pedro Pablo Kuczynski. El Presidente Vizcarra renovó el equipo ministerial, lo que produjo cambios en los ministerios e instituciones públicas. De esta manera, según De Echave (2020), se abrió un panorama más dialogante con los distintos actores alrededor de la gobernanza minera del cobre.

Al finalizar el 2018, el gobierno peruano, aprobó el Plan Nacional de Competitividad y Productividad (PNCP) con una visión al 2030. En este caso, el Plan parte del diagnóstico de desafíos estructurales que limitan el ritmo de crecimiento económico del país. En esta herramienta se fijaron nueve objetivos prioritarios y varias medidas de políticas por cada uno de los objetivos identificados, además de hitos, metas y responsables para cada uno. En el Plan no se incluye la promoción de los clústeres como un objetivo de política. (PNCP, 2018)⁷⁹.

En el PNCP se incluyen objetivos y políticas para el fortalecimiento del capital humano y para el desarrollo de las capacidades para la innovación, adopción y transferencia de mejoras tecnológicas. Dos de los factores en los que el Perú presenta brechas significativas que afectan eventuales desarrollos productivos de proveedores locales o encadenamientos en la cadena de valor que signifiquen un mejoramiento tecnológico y de innovación.

El Perú se encuentra en la posición 69 del Índice de Innovación Global (GII por sus siglas en inglés: *Global Innovation Index*)⁸⁰, y séptimo en relación con los países de América Latina y el Caribe. En ese mismo indicador, Chile a pesar de ocupar la posición 51 a nivel mundial en la medición de 2019, es el país mejor posicionado de América Latina. Por su parte, Ecuador ocupa la posición 99 de las 129 economías calificadas, con un deterioro de 7 posiciones entre 2017 y 2019. En este indicador, países que en su momento basaron sus estrategias de desarrollo de largo plazo y salto productivo en los recursos naturales presentan posiciones destacadas: Finlandia (6), Canadá (17), Noruega (19), y Australia (22). Por otra parte, países que lideran los grandes centros de fabricación de productos intermedios y finales tecnológicos ocupan posiciones estelares: Singapur (8), República de Corea (11), Hong Kong, Región Administrativa Especial de China (13), y China (14).

En otro frente, el considerable salto productivo peruano, sobre todo en la segunda década de 2000, significó un incremento de la demanda por personal calificado. Este aumento no se dio de forma concurrente, afectando la brecha de talento humano en la industria minera. Esta deficiencia se constituye en una barrera externa para las actividades de innovación. A estas restricciones se suman las escasas capacidades de vinculación con las universidades y centros de investigación, que solo se dan en casos específicos, sin que exista una política o estrategia sostenida de relacionamiento con las empresas mineras y los proveedores de bienes y servicios (OCDE, 2017b; Molina, 2019).

En el PNCP se propone mejorar el acceso y la calidad de los servicios de educación en todos sus niveles con especial énfasis en el superior, para el fortalecimiento de las capacidades de la fuerza laboral. Además, se plantea elaborar mecanismos para la articulación entre la oferta formativa y los requisitos actuales y futuros del mercado laboral que respondan a criterios de innovación y competitividad. Desde 2016, sobre la base de este eje, con el apoyo del BID, se crean dos consejos sectoriales productivos, uno de ellos el de minería. De acuerdo con lo planificado, el Consejo Sectorial Minero debe sistematizar las

⁷⁹ Véase: [en línea] https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/PNCP_2019.pdf [fecha de consulta: septiembre de 2020].

⁸⁰ El Global Innovation Index 2019 (GII) es coeditado por la Universidad de Cornell, INSEAD y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, una agencia especializada de las Naciones Unidas). El núcleo del Informe GII consiste en una clasificación de las capacidades y resultados de innovación de las economías mundiales.

necesidades del mercado laboral para transmitir las al Ministerio de Educación y al Ministerio de Trabajo. Estos dos ministerios deberán actualizar el Catálogo Nacional de Oferta Formativa y el Catálogo Nacional de Perfiles Ocupacionales. Estos dos catálogos, a su vez, servirán para que las universidades e institutos ofrezcan carreras profesionales y técnicas ajustadas a las necesidades de la industria minera.

La calidad de la educación es uno de los pilares más débiles del Perú. De acuerdo con el programa internacional para la Evaluación de Estudiantes o Informe PISA 2018⁸¹, Chile y Uruguay fueron los países de Latinoamérica con mejor desempeño, ocupando los puestos 43 y 48, respectivamente, sobre un universo de 79 países evaluados. Perú, por su parte, obtuvo la posición 64. Los otros países de América Latina que fueron objeto del informe son Costa Rica (49), México (53), Brasil (57), Colombia (58), Argentina (63), Panamá (71) y República Dominicana (76). En el caso de Ecuador, en 2017 se sometió a la evaluación denominada PISA D, para países de ingresos medios y bajos. En lectura y ciencia, Ecuador presentó resultados por encima del promedio regional (ver cuadro); sin embargo, en matemática los resultados fueron levemente inferiores al promedio de la región. Perú, por su parte, en ciencia y lectura sus resultados están debajo del promedio de la región; y en matemática levemente sobre el promedio regional. De acuerdo con la metodología del estudio, las diferencias de desempeño del Perú y Ecuador con países como Chile pueden alcanzar los dos años de escolaridad y superar los tres años con países de la OCDE. El ranking PISA 2018 confirmó el predominio asiático en las cuatro primeras posiciones, lideradas por China, Singapur, Macao (China) y Hong Kong (Región Administrativa Especial de China), en ese orden. Además de Japón, República de Corea del Sur y la provincia china de Taiwán, ubicados entre las diez primeras posiciones en las tres pruebas: ciencia, lectura y matemática (BID, 2018; OCDE, 2018b).

Cuadro 2
Puntajes en evaluación PISA 2018 (Chile y el Perú) y PISA D 2017 (el Ecuador)

Países	Matemática	Ciencia	Lectura
Chile	423	447	459
Ecuador	377	399	409
Perú	387	397	398
ALC	379	398	406
OCDE	490	493	493

Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE PISA 2018, BID, 2018.

En 2019, la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización y el BID, con la asesoría de Fundación Chile, presentaron el estudio Fuerza Laboral, Minería del Perú 2018, destacando un incremento del 17% de la fuerza laboral para la siguiente década⁸², con casi tres mil trabajos adicionales cada año. El estudio recomienda la institucionalización de este proceso a través de una estrategia permanente que vincule a las empresas del sector (SNMPE, 2018).

En el PNCP se establecen acciones estratégicas para fortalecer la gobernanza del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (SINACYT), y el incremento de la eficacia de

⁸¹ La prueba PISA es la evaluación estandarizada de la OCDE que mide calidad, equidad y eficiencia de los sistemas escolares de 79 países. Las pruebas, que se realizan desde el 2000, evalúan los conocimientos en ciencias, matemáticas y comprensión de textos de alumnos de 15 años.

⁸² De acuerdo con el estudio, un 47% de la demanda corresponde a operadores mineros, un 19% a mantenedores, profesionales un 22%, superiores 8%, y ejecutivos 3%. Además, el estudio determinó el desarrollo de 62 competencias para el sector minero, en carreras técnicas que se necesitarán: Mantenimiento Mecánico, Extracción a Tajo Abierto, Extracción Subterránea - Socavón, y Procesos de Entrenamiento Interno [en línea] <https://gestion.pe/economia/surgen-nuevas-lineas-de-carreras-tecnicas-en-mineria-y-agroexportacion-para-los-jovenes-noticia/?ref=gesr>.

la inversión pública. Así, se propone crear y fortalecer los mecanismos que eleven el nivel de la investigación científica orientada a las necesidades del mercado, así como una mayor articulación entre las instituciones que forman el SINACYT. Además, como una de las medidas para incrementar la inversión privada en I+D, se diseñará un nuevo mecanismo para un mayor uso de los incentivos en favor de la I+D. Hasta tanto, se plantea prorrogar el plazo de vigencia de la Ley 30309, que promueve la investigación científica y el desarrollo e innovación tecnológicos. Esta ley fue aprobada en 2015 con la finalidad de corregir la anterior ley, promulgada en 2013 (30056), que no había conseguido promover el incremento del gasto privado en I+D⁸³. La vigencia de la ley prevista hasta el ejercicio económico 2019 fue ampliada hasta el 2022 (PNCP, 2018; Molina, 2017).

4. Visión 2030, Clúster Minero y Hoja de Ruta Tecnológica

Al finalizar el 2018, se anunció la suscripción de un convenio de cooperación técnica entre el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) y la Cámara de Comercio e Industria de Arequipa (CCIA), con el objetivo de desarrollar el Clúster Minero del Sur del Perú (CMSP). A la iniciativa se sumaron las mineras Southern Copper, Anglo American, Cerro Verde y Hudbay. El proyecto está inspirado en las experiencias de los proveedores de Equipos, Tecnologías y Servicios para la Minería (METS por sus siglas en inglés: *Minning Equipment, Technology and Services*) de Australia, y de la Corporación Alta Ley con el Programa de Proveedores de Clase Mundial de Chile -en la actualidad Programa de Innovación Abierta de la Minería-. El objetivo del clúster es impulsar un polo de innovación tecnológica en el sur del Perú a partir del desarrollo local de proveedores para la minería.

Para los primeros años se plantearon tres grandes componentes: i) el desarrollo de la institucionalidad y gobernanza del modelo de clúster minero; ii) la generación de actividades concretas de corto plazo que les permita a las empresas mineras y proveedores de bienes y servicios trabajar en la solución de necesidades inmediatas del sector; iii) el desarrollo de una base de conocimiento del ecosistema minero en la región sur del país para la identificación de oportunidades de mejoras en materia normativa (CAF, 2018). Entre junio y diciembre de 2019 se realizó, bajo el liderazgo del Ministerio de la Producción (PRODUCE), un trabajo previo que contempló la elaboración de un diagnóstico de la minería peruana, de la visión para la hoja de ruta y la priorización de las brechas tecnológicas a ser cerradas. Durante el segundo semestre de 2020, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y el PRODUCE, con el acompañamiento del BID, lideran un grupo de trabajo técnico que validará las iniciativas priorizadas. En el proceso de construcción de la HRT, se identificó como necesidades del sector minero para el corto plazo aspectos como la seguridad en la operación y el personal, la reducción de los conflictos sociales, reducción del impacto ambiental y del consumo energético, el capital humano especializado y el financiamiento de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)⁸⁴. A partir de 2021, se plantea la creación de un ente articulador entre empresas mineras, proveedoras, estado, academia, centros de I+D y organismos multilaterales, que impulse redes de colaboración y la conformación de un centro de excelencia para la minería, con la colaboración de instituciones públicas y privadas, nacionales e internacionales⁸⁵. La HRT se alinea con la Visión de la Minería al 2030.

En febrero de 2019, el MINEM entregó al Presidente de la República la propuesta de "Visión de la Minería en el Perú al 2030". El documento fue construido luego de un proceso de diálogo y discusión técnica entre representantes del Estado, el sector privado, la sociedad civil y la academia, que se había

⁸³ Desde el 2016, se han calificado 74 proyectos de 61 empresas. Sólo en 2019, se calificaron 25 iniciativas (CONYCEC, 2020) en línea [<https://portal.concytec.gob.pe/index.php/noticias/2021-concytec-cerro-el-2019-con-25-proyectos-aprobados-en-el-marco-de-la-renovada-ley-de-beneficios-tributarios>].

⁸⁴ Para mayores detalles véase también: <https://www.mch.cl/2020/09/07/gobierno-peruano-trabaja-en- hoja-de-ruta-tecnologica-de-proveedores-de-la-mineria/#>.

⁸⁵ Para mayor información véase: <https://www.reporteminero.cl/noticia/noticias/2020/01/cluster-minero-del-sur-busca-conformar-un-ecosistema-de-innovacion-en-peru>.

iniciado meses antes como una iniciativa del gobierno en la que contó con el apoyo del BID. De esta forma, se completó una primera etapa de un proceso que se esperaba sea más amplio y complejo. Posteriormente, se espera la implementación de los procesos de diálogo descentralizados en las regiones, que incluya a las comunidades de las zonas de influencia de la minería, a los trabajadores, a las autoridades regionales y locales, entre otros. Para la elaboración del documento, se contó con un grupo de trabajo de alto nivel conformado por representantes del sector público, privado, la academia y la sociedad civil, denominado Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero Energéticas -RIMAY. En octubre de 2019, este espacio de coordinación y articulación se creó oficialmente mediante resolución del Ministerio de Energía y Minas, como una plataforma de diálogo y discusión técnica para el aprovechamiento de los recursos minero-energéticos. Dentro de las funciones encargadas a RIMAY, está la difusión, validación e implementación de la Visión de la Minería en el Perú al 2030⁸⁶.

En la Visión de la Minería en el Perú al 2030, se sugiere poner en marcha las siete políticas que se consideran prioritarias según los criterios de viabilidad, maduración temprana, impacto y sentido de urgencia. Entre ellas: i) impulsar la I+D+i en todo el ciclo productivo y la cadena de valor de la actividad minera; ii) promover los clústeres, eslabonamientos y diversificación productiva en los territorios, fomentando un entorno normativo favorable; y, iii) diseñar y ejecutar un plan piloto para asegurar espacios de articulación permanentes, que sean multiactor y público-privados, con un propósito asociado, pero no limitado al desarrollo productivo de la región y del territorio.

Dentro de cada una de estas políticas se incluyeron actividades para su cumplimiento. En la de I+D+i, entre otras, elaborar la Hoja de Ruta Tecnológica Minera para fomentar la concatenación con otros sectores económicos a partir de la recepción de servicios y productos con alto valor tecnológico, y fomentar e incrementar la inversión en I+D+i, tanto en el sector público como privado. En relación con la promoción de clústeres, se incluye actualizar la identificación de los clústeres y las cadenas productivas existentes y potenciales en el territorio; desarrollar el capital humano e institucional de la población y de los gobiernos nacional, regionales y locales para articular la minería con el desarrollo del territorio; y diseñar e implementar planes de diversificación productiva en los territorios, poniendo énfasis en el uso de recursos provenientes de la minería con ese objetivo. Finalmente, dentro de la ejecución de un plan piloto, se recomienda considerar la promoción de clústeres, eslabonamientos y diversificación productiva.

Como se aprecia, en esta labor inédita de construir una plataforma de diálogo multiactor en la minería del Perú⁸⁷, se reedita la visión de clúster del PNDP de 2014. Esta vez como uno de los siete ejes estratégicos, que toma mayor relevancia y se complementa con el impulso de la I+D+i, y el desarrollo de los encadenamientos productivos y desarrollo de las capacidades locales. La recuperación de las tareas de planificación pasadas, la integración de las distintas herramientas de planificación y programas que avanzan en paralelo, y la voluntad política actual, nuevamente enfrentan el desafío de la permanencia en el tiempo, considerando la transitoriedad del Gobierno y la fragilidad política que continúa viviendo el Perú.

Al finalizar este informe, el Ex Presidente Vizcarra deja el cargo cinco meses antes de las elecciones presidenciales y es reemplazado por el Presidente del Congreso Manuel Merino, quien, luego de cinco días en el cargo y en medio de intensas protestas sociales, es reemplazado por el congresista Francisco Sagasti. En julio de 2019, en un contexto de incremento de la conflictividad en la zona sur del

⁸⁶ Para mayor detalle véase: <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/314150-302-2019-minem-dm>.

⁸⁷ En 2016, se elaboró el reporte "Hacia una visión para la minería en Perú en 2030" en el que participaron las empresas mineras con operaciones en el Perú y representantes de la Presidencia del Consejo de Ministros de la Oficina Nacional de Diálogo y Sustentabilidad, con el apoyo técnico del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD).

país⁸⁸, ante un pedido de los gobernadores regionales de Cusco, Arequipa, Madre de Dios y Tacna, el Presidente Vizcarra anunció, como parte del informe de gestión luego de su primer año de gobierno, la necesidad de reformar la Ley de Minería. Este anuncio detonó el debate público con oposición de los sectores empresariales. Por otro lado, desde algunos sectores académicos y de las organizaciones sociales fue visto como una oportunidad para incluir las reformas necesarias a una norma con casi treinta años de vigencia⁸⁹. El debate se focalizó en aspectos importantes como la carga tributaria, los mecanismos de participación ciudadana, los procedimientos de licenciamiento ambiental, entre otros. Sin embargo, en el debate no tomaron protagonismo la vinculación de las actividades extractivas con los enlaces productivos de la minería, la necesidad o no de agregar capacidad de fundición y refinación en el país, o la necesidad de incorporar la innovación en las cadenas de valor de los minerales. Hasta la elaboración del informe en el segundo semestre de 2020, no se había enviado al Congreso Nacional el proyecto de Ley de la reforma anunciada.

C. El Ecuador

En el caso de Ecuador, la voluntad política de crear las condiciones para el desarrollo de la minería estuvo presente de forma recurrente en los últimos treinta años. Sin embargo, la inestabilidad política y el bajo desempeño económico ocurridos desde inicios de 1990 hasta la primera mitad de la década de 2000, debilitaron a los diversos gobiernos y mermaron las capacidades de gobernabilidad y de estabilidad institucional. Sin estas condiciones mínimas, la minería a gran escala, una actividad intensiva en capital de riesgo y de retornos a largo plazo, no se desarrolló, como sí lo hizo en el Perú y Chile, que presentaron condiciones distintas (León y otros, 2020).

En Ecuador, la evolución de los regímenes normativos e institucionales de la actividad minera se puede dividir en dos grandes momentos: i) desde la década de 1980 hasta el 2006; y, ii) desde el 2007 en adelante. Durante la primera etapa, se diseñó un marco jurídico que buscaba atraer a los capitales extranjeros como eje central en el desarrollo de la minería y se realizaron varias reformas legales con este objetivo: Ley Minera de 1985⁹⁰, Ley Minera de 1991 y sus reformas del año 2000. Además, se incrementó la participación en la renta petrolera y minera de los municipios, de la Policía e incluso de universidades públicas. Esto como un mecanismo para alcanzar legitimidad en el territorio y ante las presiones de los gobiernos subnacionales. En materia ambiental, en la Ley de Minería de 1991 se estableció la obligatoriedad de realizar estudios de impacto ambiental y planes de manejo antes del inicio de cualquier actividad minera. En 1996 se creó el Ministerio del Ambiente (MAE) como autoridad ambiental nacional (Almeida, 2019). A pesar de todos los esfuerzos normativos e institucionales, la relevancia del petróleo en la economía de Ecuador, el escuálido y fraccionado liderazgo político, la inestabilidad política y económica, las graves deficiencias de infraestructura y servicios, la carencia de una institucionalidad minera consolidada, y la conflictividad social que históricamente ha traído consigo la minería, desplazaron la posibilidad de desarrollar la minería a gran escala.

En la segunda etapa, a partir de 2007 se produjo un momento de ruptura en el modelo económico, la distribución del poder político y la visión respecto de la gobernanza de los recursos naturales, rescatando el rol central del Estado en el desarrollo. El Gobierno del ex-Presidente Rafael

⁸⁸ Entre otros conflictos, en febrero de 2019, las protestas en Cotabambas y provincias aledañas por la falta de atención a su agenda social se agudizaron, lo que originó un bloqueo por más de dos meses de la ruta para el transporte de minerales, principalmente cobre, utilizada por la minera Las Bambas y otras operaciones del denominado corredor minero del sur andino. Esta zona, donde se concentra la mayor producción de cobre en el Perú, comprende un territorio que abarca hasta tres regiones (Apurímac, Cusco y Arequipa) y que se extiende a lo largo de más de 400 kilómetros y en donde coexisten 149 centros poblados y 72 comunidades. Esta carretera es utilizada por las operaciones cupríferas de Las Bambas, Constanza y Antapaccay (De Echave, 2020).

⁸⁹ Para mayor información, véase: <https://ojo-publico.com/1299/gobierno-anuncia-cambios-en-ley-de-mineria-en-medio-de-cinco-conflictos-sociales>.

⁹⁰ La Ley de Minería de 1985 deroga la Ley de Fomento Minero vigente desde 1974.

Correa Delgado inició un proceso de reformas estructurales que partieron por la realización de una Asamblea Constituyente. En el sector minero, las reformas se iniciaron con la expedición de una norma supraconstitucional denominada Mandato Minero⁹¹, posteriormente la nueva Constitución Política de 2008 y la nueva Ley de Minería de 2009. En 2012, se produce uno de los puntos de quiebre en la historia de la minería a gran escala en Ecuador con la suscripción del primer contrato de explotación de minería de cobre con la empresa de capitales chinos Ecuacorriente S.A. (ECSA). Con la firma del contrato, se habilitó el desarrollo y construcción del yacimiento minero Mirador que entró en la fase de explotación en 2019⁹². Un segundo hito se dio con la firma en 2016 del contrato de concesión con la empresa canadiense Lundin Gold Inc. (Lundin), para la explotación del proyecto aurífero Fruta del Norte, mina que se construyó desde 2016 y entró en producción en noviembre de 2019 (Almeida, 2019; Poveda, 2020b).

A partir de la expedición de la Ley de Minería (LM) de 2009, se rediseñó la institucionalidad sectorial y se crearon el Instituto de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, transformado en 2018 en Geológico y Energético), la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), integrada a partir de 2018 en la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, y la Empresa Nacional Minera del Ecuador (ENAMI). Desde el ejecutivo, se crearon los ministerios, Coordinador de Sectores Estratégicos⁹³ en 2008 (suprimido en 2018) y el de Minería en 2015 (eliminado en 2018)⁹⁴.

Las reformas iniciadas en 2008 produjeron un efecto de desaceleración en el ya lento avance de la industria minera⁹⁵. Con la curva de aprendizaje institucional en la aplicación de las reformas y la negociación de los primeros contratos de explotación para los proyectos Mirador y Fruta del Norte, más el apoyo de una firma consultora internacional, se detectaron los vacíos y reformas que se debían implementar. Entre 2013 y 2018, se realizaron una serie de ajustes al marco normativo⁹⁶ que incluyeron incentivos y reformas para llenar algunos vacíos y para hacer que el régimen fiscal sea más competitivo: contratos de estabilidad fiscal, devolución del IVA, exención del impuesto a la salida de divisas, restricción del impuesto a las ganancias de capital, la definición de ingresos extraordinarios (*windfall tax*) y su posterior eliminación en 2018 (Almeida, 2019). En definitiva, tanto en la primera como segunda etapa de construcción del marco normativo e institucional de la minería, el enfoque estuvo orientado en el ordenamiento institucional y el establecimiento de un régimen fiscal que permitiera las inversiones y

⁹¹ Los mandatos fueron resoluciones adoptadas por la Asamblea Nacional en virtud de sus plenos poderes constituyentes, que pretendían dar soluciones emergentes a determinadas cuestiones institucionales. El Mandato Constituyente No. 6 denominado Mandato Minero, resolvió la extinción sin compensación económica alguna de todas las concesiones mineras que en la fase de exploración no hayan realizado ninguna inversión en el desarrollo o que no hayan presentado su respectivo estudio de impacto ambiental o que no hayan realizado los procesos de consulta previa, entre otras causales. El Mandato Minero, además de declarar la caducidad de las concesiones mineras por varias causales, ordenó la suspensión de las actividades mineras, la moratoria en el otorgamiento de nuevos títulos de concesión minera, la revisión de los contratos de concesión existentes, el dictado de una nueva ley sectorial y la creación de una empresa pública de minería.

⁹² De acuerdo con la legislación ecuatoriana, en el régimen de minería a gran escala, luego de las etapas de exploración y evaluación económica, que pueden tomar hasta 12 años, el concesionario debe suscribir un contrato de explotación con el Estado. Luego de suscrito el contrato, el concesionario debe iniciar en un plazo determinado la construcción de la mina y la explotación por el período acordado (30 años).

⁹³ De acuerdo con la estructura orgánica diseñada en el período 2007-2017, se crearon seis Ministerios Coordinadores, entre ellos del de Sectores Estratégicos, encargado de la coordinación de las políticas y estrategias de las carteras de Hidrocarburos, Electricidad, Minería, Agua, Telecomunicaciones y Ambiente.

⁹⁴ A partir de 2018, el Ministerio de Minería pasó a ser un Viceministerio en el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables que fusiona al Ministerio de Hidrocarburos, al Ministerio de Electricidad y al de Minería.

⁹⁵ Hasta ese momento, la herencia del impulso a la minería de décadas pasadas se concentraba en el desarrollo de algunas actividades formales en pequeña minería, pocas concesiones a cargo de empresas internacionales con la capacidad financiera y técnica de continuar con actividades de exploración y eventual explotación, desmesurada cantidad de concesiones especulativas, y muchas labores informales de minería artesanal e ilegal (Almeida, 2019; IGF, 2019).

⁹⁶ El nuevo marco constitucional (2008) y legal (2009) establecieron una serie de condiciones, que años más tarde serían descritas como rígidas y contrarias a la inversión, entre ellas el régimen de regalías, el impuesto sobre los ingresos extraordinarios, el denominado ajuste soberano, las regalías anticipadas.

el impulso de la actividad extractiva. La política de vinculación con encadenamientos a eslabones hacia adelante en la cadena de valor se formuló de manera paralela hacia el final de la segunda etapa, sin que se haya generado un vínculo de carácter legal.

1. El Estado y su rol protagónico en el paradigma del conocimiento y la industrialización

La vulnerabilidad de la economía, fruto de la fuerte dependencia del mercado mundial con pocos productos de bajo valor agregado, ha sido una preocupación recurrente a lo largo de la historia contemporánea del Ecuador. Para resolver esta problemática, se implementaron distintas estrategias, que estuvieron influenciadas por el paradigma ideológico dominante, las restricciones externas y la agenda política de los distintos gobiernos. Desde la etapa del auge bananero (1950-1971), la etapa petrolera y de industrialización (1972-1982), hasta el largo período de estancamiento con políticas de ajuste, apertura y liberalización de la economía (1983-2006), el modelo condujo a la simplificación de la producción nacional hacia ramas económicas que generan rentas por precios internacionales favorables, débiles encadenamientos con el resto de la economía, y un incipiente proceso de industrialización por sustitución de importaciones que desarrolló sectores de industria liviana, particularmente alimentos y textiles.

A partir de 2007, se planteó un cambio profundo, que propuso la recuperación del Estado como agente dinamizador del desarrollo. Con la voluntad política para impulsar un proyecto transformador, se conformó la arquitectura institucional desde la nueva Constitución Política de 2008, con principios industrialistas en sus apartados, y la hoja de ruta a partir de la estrategia de desarrollo denominada Plan Nacional del Buen Vivir (PNVB), que buscaba construir un nuevo modelo de desarrollo y que tuvo como uno de los ejes centrales una fuerte inversión pública en infraestructura y educación. El PNBV tenía implícita una estrategia de acumulación, distribución y redistribución articulada mediante cuatro ejes interrelacionados y complementarios: a) el cierre de brechas de inequidad; b) la tecnología, la innovación y el conocimiento; c) la sustentabilidad ambiental; y d) la matriz productiva y los sectores estratégicos (Vicepresidencia de la República de Ecuador, 2015; Calderón y otros, 2016).

La estrategia no sólo se orientó a la provisión de bienes y servicios públicos como educación, salud, protección social, sino también al impulso de la inversión, a través de la ejecución de proyectos estratégicos e infraestructura. El nuevo paradigma situó a la inversión pública como un motor de crecimiento. Durante los gobiernos del ex-Presidente Correa (2007-2017), la inversión pública aumentó de 4,3% del PIB en 2006 a 14,9% del PIB en 2013, en un contexto de auge de precios del petróleo (Márquez y otros, 2017). Según Almeida (2019), gran parte de las rentas petroleras se tradujeron en incrementos cuantiosos de la formación bruta de capital fijo (FBKF), que pasó del 2,97% del PIB en 2003 al 14,9% del PIB en 2013. En una primera etapa, el énfasis estuvo en la provisión de bienes públicos para mejorar la competitividad sistémica. Así, la agenda de cambio de la matriz energética permitió la construcción de centrales hidroeléctricas con las que se pasó del 45% en 2007 al 90% en 2018 en generación de energía eléctrica limpia y renovable. Las inversiones públicas estratégicas incluyeron proyectos multipropósito (energía, riego y control de inundaciones); infraestructura habilitante y de conectividad como autopistas, aeropuertos, puertos y redes de telecomunicaciones. De acuerdo con un informe del BID, el Ecuador es el país que mejor desempeño tuvo en el mejoramiento de la calidad de los servicios de infraestructura en América Latina y el Caribe en el decenio 2008-2018 (Cavallo y otros, 2020). Según CEPAL (2015), el Ecuador tuvo avances significativos en la competitividad del país. Entre 2008 y 2015, en los componentes de infraestructura y educación superior y capacitación, el Ecuador fue el país que mayor avance tuvo.

En el desarrollo del talento humano y de capacidades científico-tecnológicas, para mejorar las condiciones de producción y favorecer el entorno de innovación y competitividad, uno de los temas centrales fue el acceso gratuito a la educación pública en todos los niveles y la ambiciosa agenda de

reformas que se dirigió a fortalecer la educación universitaria y técnica, así como la investigación científica. Los resultados de la agenda liderada por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT) fueron muy destacados⁹⁷. Se entregaron entre 2007 y 2016 más de 18.000 becas para estudios de especialización en universidades en el exterior becas y créditos, 50% de ellas en las áreas de ingeniería, industria y construcción; se avanzó en la evaluación y acreditación de las universidades, se fortaleció la investigación, la docencia y la transferencia de conocimientos mediante la vinculación de investigadores y docentes extranjeros y ecuatorianos residentes en el exterior con universidades y escuelas politécnicas; se inició un proceso de reestructuración de los institutos técnicos y tecnológicos, y se impulsó la construcción de la Ciudad del Conocimiento, Yachay⁹⁸, la creación de la Universidad Nacional de Educación, de la Universidad de las Artes, y la universidad IKIAM, ésta última para aprovechar el laboratorio natural de la Amazonía.

Estos programas demandaron de una fuerte inversión pública, que en 2016 llegó a ser del 4,5% del PIB (en 2014, 5,2%), una de las relaciones más altas de gasto público en educación a nivel regional. En este indicador Chile presenta una relación de 5%, el Perú del 3,7%, y el país con mayor gasto público en relación con el PIB de la región es Costa Rica con el 7,1% (SENESCYT, 2016; CEPAL, 2018b). En uno de los indicadores convencionales asociado a la innovación (ver siguiente cuadro), Ecuador entre 2008 y 2017 duplicó el gasto en I+D con relación a su PIB, superando en porcentaje a Chile (0,36%) y muy superior al 0,12% del Perú; sin embargo, el 0,44% sigue por debajo del 0,64% promedio de América Latina y el Caribe y distante del 2,36% del promedio de los países de la OCDE. Esta deficiencia de inversión pública es un mal regional. En 2017, la inversión de América Latina y el Caribe en I+D representó apenas el 3,1% del total mundial, relación que no varía desde 2007. A esto, se agrega el factor de concentración, que hace que Brasil (65%), México (13%) y Argentina (8%), representen el 86% de la inversión total de 39.640 millones de dólares. Un 5% adicional se distribuye entre Colombia (3%) y Chile (2%). El 10% faltante se reparte entre el resto de los países de la región. Por otra parte, si comparamos el aporte del sector privado con el total de gasto en I+D, el promedio de los países OCDE es del 68% frente al del Perú (18%), Chile (33%), y Ecuador (42%). Nuevamente, al igual que otros indicadores mencionados en acápite anteriores, los países asiáticos tienen cifras destacadas. Así, la República de Corea con el 4,3% lidera la inversión en relación con su PIB, seguida de la provincia China de Taiwán (3,6%), Japón (3,21%), China (2,1%), y Singapur (1,8%) (RICYT, 2019; OCDE, 2020).

Si se analiza la cantidad de investigadores en cada país de Latinoamérica, se tiene un panorama similar al señalado para el gasto en I+D, en que se evidencia una distribución de recursos muy desigual entre los países de la región. En el caso de Brasil, el país cuenta con 179.989 investigadores, más del triple que el país latinoamericano que le sigue: Argentina, con 52.383 investigadores. A continuación, aparece México con 38.882. En una escala menor, se encuentran países como Chile con 9.111, Ecuador con 6.373 y el Perú con 4.200⁹⁹. Si en el análisis se incluye la variable de población, se observa que Argentina lidera el indicador con 1.206 investigadores por millón de habitantes, seguido de Brasil con 887, más abajo Chile con 427 y Ecuador con 399; y, finalmente, México y Perú, con 260 y 131 investigadores por millón de habitantes, respectivamente.

⁹⁷ Entre 2007 y 2015, los gastos en educación superior pasaron de 421 millones de dólares a 2.160 millones de dólares anuales, con una inversión acumulada de 11.425 millones de dólares en este período. En 2015, el gasto en educación superior llegaba a 2% del PIB, uno de los más altos del mundo. Entre 2010 y 2015, los programas Prometeo y Ateneo permitieron elaborar 1.014 proyectos con la participación de 834 investigadores y docentes de 51 nacionalidades diferentes, donde el 51% provenía de Europa, concentrados básicamente en ciencias básicas, de la vida y de los recursos naturales. Las publicaciones indexadas pasaron de 639 a 1.237 entre 2012 y 2015. La mayor parte de estas publicaciones tuvieron su origen en instituciones de educación superior, mostrando las tasas de crecimiento más altas de América Latina en el período reciente (SENESCYT, 2016).

⁹⁸ El proyecto Yachay se concibió como una urbe planificada para la innovación tecnológica y los negocios intensivos en conocimiento. En la ciudad se edificó la primera Universidad de Investigación de Tecnología Experimental la que debería vincularse con los institutos públicos y privados de investigación, los centros de transferencia tecnológica, las empresas de alta tecnología y el sector productivo local, contando de esta manera el primer hub del conocimiento de América Latina (Calderon y otros, 2016).

⁹⁹ Los datos de número de investigadores del Perú corresponden al 2019, mientras que para los demás países el dato es al 2017.

Si se observa esta proporción para países que basan su desarrollo a largo plazo y su diversificación productiva y exportadora en la dotación de recursos naturales forestales, minerales o hidrocarbúricos, la diferencia es inmensa. Así, Finlandia tiene 6.861 investigadores por cada millón de habitantes, Noruega (6.467), Australia (4.532), Canadá (4.326) (OCDE, 2020; RICYT, 2019; UNESCO, 2020, Banco Mundial, 2020).

Cuadro 3
Inversión de I+D como porcentaje del Producto Interno Bruto, países seleccionados, 2008-2017

País	2008	2017
Perú	0,08	0,12
Chile	0,37	0,35
México	0,40	0,32
Ecuador	0,23	0,44
Argentina	0,47	0,54
Brasil	1,13	1,27
ALC	0,60	0,64
OCDE	2,24	2,36
Japón	3,33	3,21
República de Corea	2,98	4,29
Israel	4,34	4,94

Fuente: Elaboración sobre la base de OECD, 2020 Data base: Main Science and Technology Indicators.

Además de la agenda de inversión pública en infraestructura y educación, se hicieron ajustes a los marcos normativos, con la finalidad de apuntalar la estrategia de desarrollo productivo del PNBV. En primer lugar, en 2010, considerando la transformación del sistema de educación superior fundamental para impulsar la transformación productiva, se publicó la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES). Ese mismo año, se expidió un nuevo instrumento legal de fomento productivo: el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones (COPCI). En 2011, se promulgó otro instrumento dirigido a apoyar a los sectores más vulnerables del espacio productivo: la Ley de Economía Popular y Solidaria. En ese mismo año, con la finalidad de proveer reglas claras y transparentes a empresas, consumidores y sobre todo a pequeños y medianos productores para que puedan competir en condiciones justas, se expidió la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado. Más tarde, en diciembre de 2016 se promulgó el Código Orgánico de la Economía Social del Conocimiento e Innovación (Ruiz, 2018).

2. El Cambio de la Matriz Productiva: entre la utopía y el pragmatismo

A partir de 2009, la estrategia de desarrollo productivo del PNBV se comenzó a articular de forma operativa con la Agenda de Transformación Productiva (ATP). El Gobierno, consciente de las debilidades y escasos resultados de las acciones anteriores, impulsó una Agenda de Transformación Productiva (ATP), articulada en 23 agendas territoriales. La iniciativa estuvo liderada por el Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC). La estrategia de diversificación productiva tenía como base ocho pilares: cambio de la matriz productiva; reducción de la

heterogeneidad estructural; democratización de los recursos; empleo de calidad; talento humano (ecosistema innovador); competitividad y productividad sistémica; crecimiento verde; y, cambio cultural e imagen país (Chediak, 2017). Asimismo, se diseñaron una serie de instrumentos destinados a superar “fallas de mercado”: fondos concursables y los programas *Emprende Ecuador*, *Crea Ecuador*, *Innova Ecuador* e *InvestEcuador*. Sin embargo, estas iniciativas tuvieron problemas de recursos y gestión por lo que fueron desmontadas al poco tiempo. Este proceso tuvo un impacto muy acotado, no se lograron resultados tempranos que dieran visibilidad y sostenibilidad al proceso, y se perdió el respaldo político, en particular del ex-Presidente Correa. Entre las razones de este resultado, estuvieron “la reducida escala de intervención, la débil articulación interinstitucional, la falta de continuidad, capacidad de monitoreo y ajuste del proceso, entre otras” (Calderón y otros, 2016).

A partir de 2012, comienza a estructurarse desde la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) el discurso en torno al cambio de la matriz productiva. En ese año, la SENPLADES publica el documento “Transformación de la Matriz Productiva: revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano”. En el documento se establecieron cuatro ejes: i) diversificación productiva basada en el desarrollo de industrias consideradas estratégicas (refinería, petroquímica, metalúrgica, siderúrgica y astilleros); ii) agregación de valor —vía incorporación de tecnología— en la producción existente de bioquímica, biomedicina, servicios ambientales y energías renovables; iii) sustitución selectiva de importaciones (SSI) con algunos bienes y servicios que ya se producen en el país (industria farmacéutica, software, hardware, servicios informáticos y metalmecánica); y, iv) fomento a las exportaciones de productos nuevos o de mayor valor agregado (alimentos frescos y procesados, textiles, calzado y turismo). En esta etapa, la SENPLADES contó con el apoyo de la cooperación de la República de Corea, a través del Knowledge Sharing Program (KSP) y el Korea Development Institute (KDI). Sin embargo, no fue posible conseguir los consensos necesarios en el gobierno que permitiera articular una estrategia para impulsar los cambios requeridos (Calderon y otros, 2016). Entre las causas de la imposibilidad de avanzar en esta iniciativa, Ruiz (2018) cita la falta de coherencia de las políticas industriales por las disputas ideológicas en las élites gubernamentales. Así mismo, señala como otra de las causas la resistencia de las élites empresariales ecuatorianas a colaborar con un proyecto de desarrollo productivo e industrial dirigido desde el Estado.

En 2013, ante la poca efectividad de las acciones emprendidas en el área productiva en los años anteriores¹⁰⁰, al inicio del último período presidencial del ex Presidente Correa, se encarga la gestión y coordinación del cambio de la matriz productiva al Vicepresidente de la República, que antes, como Ministro Coordinador de Sectores Estratégicos, ya había liderado la política de cambio de la matriz eléctrica y el desarrollo de infraestructura en los sectores de agua y telecomunicaciones, con resultados positivos. A nivel institucional, se creó la Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional para el Cambio de la Matriz Productiva, como entidad adscrita a la Vicepresidencia de la República, para la coordinación, seguimiento y evaluación de la implementación de las estrategias, planes, programas y proyectos relacionados con el cambio de la matriz productiva. Para la construcción de la Estrategia Nacional del Cambio de la Matriz Productiva (ENCMP), la Vicepresidencia de la República contó con el apoyo de la CEPAL.

En 2015, en un contexto de fin del auge del precio del petróleo, la Vicepresidencia de la República publica la Estrategia Nacional de Cambio de la Matriz Productiva (ENCMP). La ENCMP tiene una orientación a largo plazo para transformar la estructura económica del país, de manera de transitar de una economía de recursos finitos (recursos naturales) a una de recursos infinitos (conocimiento y talento humano). La estrategia definió un conjunto más acotado de objetivos estratégicos: i) reducción de la vulnerabilidad externa en una economía dolarizada; ii) diversificación del sistema productivo basado en

¹⁰⁰ La necesidad de salir del patrón primario exportador y transitar en el largo plazo a una matriz productiva diversificada había sido recogida en los planes de desarrollo definidos por la agencia de planificación estatal, SENPLADES, en los denominados Plan Nacionales para el Buen Vivir, de 2009 y 2013.

conocimiento e innovación; iii) reducción de la heterogeneidad interna; y, iv) promoción de la sostenibilidad ambiental y cultural. La ENCMP se construyó sobre la base de intervenciones en tres dimensiones: i) políticas horizontales para mejorar las condiciones de producción y favorecer el entorno de innovación y competitividad; ii) políticas focalizadas para el desarrollo de un conjunto limitado de cadenas productivas priorizadas; iii) políticas de encadenamientos productivos a partir de los grandes proyectos de las industrias básicas, aquellas que proveen insumos intermedios para la producción de otros bienes y servicios. Con la delegación a la Vicepresidencia, el liderazgo se daba al más alto nivel, se incluían a actores claves como la SENESCYT, el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE), y el Ministerio de Ambiente (CEPAL, 2015).

3. Plan de Industrias Básicas y Plan de Industrias Intermedias y Finales: ¿es posible un salto en la cadena de valor?

En la implementación de la ENCMP, en el eje de políticas de encadenamiento productivo, se priorizaron seis industrias básicas: refinería y petroquímica, siderúrgica (acero plano), fundición y refinería de cobre, fundición de aluminio, astillero y pulpa. La priorización se dio en virtud de su alto potencial para mejorar el impacto en la balanza de pagos —mediante el incremento de las exportaciones y la sustitución de importaciones—, así como una gran capacidad para provocar encadenamientos productivos (ENCMP, 2015).

Para la ejecución del eje de industrias básicas, encargado al MICSE en 2013, se creó la Unidad de Industrias Básicas, como parte de la empresa pública PETROECUADOR. Con el apoyo de una empresa consultora internacional, se diseñó el Plan de Industrias Básicas. En un primer momento, se revisaron las distintas iniciativas de gobierno que se habían planteado en años anteriores. Se incluyó el proyecto Refinería del Pacífico (Petróleo) que había iniciado con los primeros acuerdos y estudios en 2008; se descartaron proyectos como el de Urea que había generado altas expectativas, y se incorporaron nuevas iniciativas como la de aluminio y la pulpa que inicialmente no estaban consideradas.

De acuerdo con las proyecciones, la implementación del Plan (sin incluir la Refinería de Petróleo)¹⁰¹ requeriría inversiones aproximadas de 11.000 millones de dólares, tendría un impacto positivo en la balanza comercial de más de 4.000 millones de dólares anuales, y crearía más de 12.000 plazas de trabajo (BAIN, 2016).

La ejecución del Plan de Industrias Básicas se incorporó como parte de un polo de desarrollo integral a través de las Zonas Especiales de Desarrollo Económico (ZEDES) que se habían creado como una herramienta de fomento productivo para atraer inversión en las zonas geográficas priorizadas. En el caso de las industrias de cobre, astillero, aluminio, siderúrgica se definió una zona cercana a las instalaciones portuarias de Posorja en la provincia de Guayas¹⁰².

La voluntad política del ex-Vicepresidente de avanzar en la implementación del Plan, permitió contar con el presupuesto necesario para realizar los estudios de prefactibilidad y factibilidad

¹⁰¹ La Refinería del Pacífico responde a un déficit comercial de productos refinados estimados en 4,000 millones de dólares en 2016 equivalentes al 50% aproximadamente de los combustibles que se consumen en el Ecuador. La construcción del proyecto se estima demande una inversión de 13,300 millones de dólares, aumentando el PIB de un promedio de medio punto por año. Además, de la creación de hasta 20,000 empleos durante el periodo de construcción (una vez en producción se estiman a 2,500 los empleos directos generados y 10,000 los empleos indirectos).

¹⁰² En junio de 2016, el gobierno de Ecuador suscribió el contrato con el operador portuario DP World Investments B.V, empresa de Emiratos Árabes, para la construcción y operación por 50 años de su primer puerto de aguas profundas, Puerto de Posorja, en la provincia de Guayas, con una inversión de 1.200 millones de dólares. En línea: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/ecuador-firma-contrato-para-construccion-y-operacion-de-puerto-por-us1200-millon>.

con empresas internacionales líderes en este tipo de análisis¹⁰³. Hasta el 2017 se concluyeron los estudios de prefactibilidad y factibilidad de la fundición de aluminio y de la fundición y refinación del cobre.

El estudio de factibilidad de la refinación del cobre confirmó los beneficios económicos positivos para la economía ecuatoriana, con un aumento del PIB manufacturero en 7,86% y un aumento en la balanza comercial a partir del inicio de sus operaciones. Aportes constantes de más de dos mil millones de dólares anuales al PIB del Ecuador (un 2% del PIB de 2019), una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 17% y un Valor Actual Neto (VAN) económico de más de mil millones de dólares. Sin embargo, en un análisis netamente financiero, el proyecto genera retornos deficientes, una TIR menor al 5% y un VAN negativo. Además de los impactos ambientales en componentes de calidad del aire, suelo, flora, vegetación y fauna, principalmente.

Luego de realizados los estudios se rectificaron dos de los supuestos iniciales: se descartó en el mediano plazo la disponibilidad de concentrado de cobre producido en Ecuador, y la ventaja de refinar en Ecuador frente a la exportación de concentrado desde Perú y Chile hacia los centros de consumo asiáticos no era un elemento diferenciador reconocido por el mercado. Uno de los ejes del Plan fue la gestión comercial estratégica para atraer a las empresas internacionales con las capacidades tecnológicas y financieras para el desarrollo de los proyectos.

Con la experiencia de la estrategia de promoción del proyecto a nivel internacional y los resultados de los estudios, se evidenció el interés de las empresas internacionales de una integración vertical del negocio (mina y fundición con refinamiento), una mayor posibilidad de concreción si el gobierno de Ecuador participaba como socio, y la necesidad de desarrollar primero el sector de extracción de minas para lograr la escala de producción suficiente que permita usar concentrado de cobre local, optimizando los costos de producción de la refinación¹⁰⁴ (BAIN, 2016; HATCH, 2017).

De igual forma, el Plan de Industrias Básicas comprendía una serie de políticas e incentivos para viabilizar el financiamiento y las inversiones requeridas. Sin embargo, ya en un entorno económico global más complejo luego del fin del auge de las materias primas, sin la disponibilidad fiscal necesaria, con los riesgos y desafíos que los estudios permitieron clarificar, los relevos en las responsabilidades en el gobierno, y, finalmente, con el cambio de dirección en el gobierno a partir de 2017, no se dio continuidad al Plan, ni se logró atraer las inversiones necesarias para su construcción (Calderón y otros, 2016).

En 2015, el Ministerio de Industrias, con la participación de una empresa consultora internacional, preparó el denominado Plan Estratégico Integral para Industrias Intermedias y Finales del Ecuador (PEIIF)¹⁰⁵. Este instrumento se insertaba como uno de los ejes de las políticas de industrialización propuestas en el PNBV 2013: i) agroindustria; ii) industrias intermedias y finales; y, iii) industrias básicas. De igual forma, se incorporaba en el eje de encadenamientos productivos de la ENCMP.

El diseño del PEIIF partía de un análisis comparativo entre países que revela que un alto nivel de inversión por sí solo no es suficiente para aumentar significativamente la generación de renta y el desarrollo acelerado. Y que era necesaria una alta tasa de industrialización como un factor determinante

¹⁰³ En el caso del astillero, la planta de pulpa, la siderúrgica, sólo se contrataron los estudios de prefactibilidad que culminaron en 2016. La refinación de petróleo fue el proyecto que más actividades y recursos demandó. En la ejecución del proyecto entre 2008 y 2017 se llegaron a contratar los estudios de prefactibilidad e ingeniería básica y se ejecutaron obras preliminares como la construcción de campamentos, vías de acceso, acueducto y preparación del sitio. La petroquímica está supeditada a la construcción de la refinación.

¹⁰⁴ Hasta 2020, Ecuador solo tiene en operación una mina a gran escala de cobre con capacidad productiva anual de 60.000 toneladas.

¹⁰⁵ Véase: [en línea] http://servicios.produccion.gob.ec/siipro/downloads/temporales/9_Plan%20estrategico%20integral%20de%20industrias%20intermedias%20y%20finales..compressed.pdf [fecha de consulta: septiembre de 2020].

para acelerar el desarrollo. Regla que habían seguido economías como la República de Corea, Japón y Singapur¹⁰⁶.

En ese momento, el mayor desafío era modificar la estructura productiva y lograr que el sector manufacturero, que se había mantenido sin mayor variación en las últimas décadas (12%), llegue al 25 por ciento de participación en el PIB. De acuerdo con el Plan de Industrias Básicas, el potencial para incrementar la participación total de la industria en el PIB era de aproximadamente el 19 por ciento hasta el 2030; por lo tanto, el aporte de las industrias intermedias y finales y la agroindustria debería ser responsables de añadir por lo menos seis puntos porcentuales del PIB hasta el 2030.

El PEIIF hizo una identificación y posterior priorización de las cadenas de valor más relevantes, sobre la base de las características cualitativas de demanda del mercado global, competitividad de costos, capacidades requeridas y potencial de impacto socioeconómico. Posteriormente, se construyeron casos de negocio para cada una de las cadenas priorizadas. Estos segmentos eran: Fármacos, Agroquímicos, Tubos, Bombas, Válvulas, Calderas, Transformadores, Cables, Equipamiento Agrícola, Plásticos y Línea Blanca. Además, se detallaron las políticas transversales habilitadoras que darían lugar al desarrollo de la competitividad local.

De acuerdo con la información del plan, el potencial de estas industrias intermedias y finales tendrían un impacto de 8.000 millones de dólares en ingresos anuales, 13.500 empleos nuevos generados y costarían unos 4.000 millones de dólares de inversión única para el año 2025. Además, se obtendrían 4.200 millones de dólares de impacto positivo en la balanza comercial, y de aproximadamente 3.900 millones de dólares en el PIB en 2025.

El PEIIF sugirió también una hoja de ruta y una estructura de gobernanza para la interacción entre los actores y para asegurar una toma de decisiones eficiente. En la gobernanza se destacó el rol fundamental de coordinación y toma de decisiones al nivel del Gobierno por la cantidad de entidades involucradas, y la relación de diálogo con el sector privado para visibilizar el impulso de las inversiones requeridas (PEIIF, 2015).

4. Compras Nacionales: la contratación pública como una herramienta de desarrollo productivo

A partir de 2013, se comenzaron a desplegar y fortalecer varios instrumentos de política pública para fomentar la producción nacional y la sustitución de importaciones. Entre ellos la compra pública para dinamizar la demanda nacional. El gobierno visualizaba la política de contratación pública como una herramienta de desarrollo productivo¹⁰⁷.

En 2015, el Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano (MCCTH), la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) y el Servicio de Contratación Pública (SERCOP) convocaron al concurso IngeniaTEc de innovación tecnológica. La iniciativa buscaba reducir la dependencia tecnológica a través de la generación del conocimiento y la innovación, impulsar la industria nacional, crear empleo, sustituir importaciones y evitar la salida de divisas. De acuerdo con una evaluación preliminar de la implementación de la iniciativa, se mostraron resultados positivos con respecto a la priorización de la producción nacional en los procesos de contratación pública (Calderón y otros, 2016).

¹⁰⁶ La "regla" del doble 25 por ciento: economías como República de Corea, Japón y Singapur, las que más rápidamente consiguieron duplicar su PIB per cápita (de 10 mil a 20 mil dólares) combinaron no sólo un nivel de inversión por encima del 25 por ciento del PIB sino también una participación de la industria superior al 25 por ciento en el PIB del período.

¹⁰⁷ La Contratación Pública estaba articulada en tres lineamientos estratégicos básicos: i) priorizar a los oferentes o proveedores que ofrezcan mayor incorporación de componente nacional; ii) promover la participación de MIPYMES y actores de la economía popular y solidaria; y iii) establecer procedimientos y metodologías de desagregación tecnológica y de transferencia de conocimiento y tecnología en la compra de bienes y servicios con componente importado, incluidos los de consultoría (Calderon y otros, 2016).

En 2016, el MICSE anunció la suscripción de un convenio entre las empresas públicas de los sectores estratégicos¹⁰⁸ y un grupo de 22 empresas privadas nacionales con el objetivo de crear un sistema de proveedores locales. El MICSE, sobre la base de la información del Plan de Industrias Básicas y de la selección de cadenas de valor del PIIF, en el marco de la Unidad de Industrias Básicas, diseñó e impulsó un plan de compras nacionales con la finalidad de mejorar y elevar las capacidades productivas locales.

La producción de estos bienes a su vez se ubicaba en los segmentos finales de las cadenas de valor de las industrias básicas a ser desarrolladas, entre ellas la del cobre. La iniciativa partía de la elevada importación de bienes de capital del país, en la que las empresas estatales representaban aproximadamente el 40% de las compras. De ese volumen de adquisiciones, menos del 10% corresponden a bienes con contenido local¹⁰⁹.

De esa forma, se determinaron cuatro categorías de productos: bombas y válvulas, cables, transformadores, tubos con y sin costura. En estos productos ya existía capacidad productiva instalada. Por la escala de las compras proyectadas, era posible planificar inversiones futuras para mejorar tecnológicamente y ampliar los procesos productivos, aumentando la competitividad de la industria local.

En el largo plazo, la visión era aprovechar la demanda cautiva de las compras de las empresas públicas para conseguir economías de escala que en el tiempo permitirían reducir costos y aumentar la competitividad, y abastecer los mercados local e internacional. Paralelamente, las empresas públicas se beneficiarían de una mejor respuesta a sus necesidades particulares con un mercado de proveedores locales que incorporen la innovación tecnológica en sus productos (Calderon y otros, 2016; BAIN, 2016b).

Al igual que en el Plan de Industrias Básicas, la estrategia preveía grandes desafíos: la necesidad de hacer ajustes a los procesos de compra de las empresas estatales, reformas regulatorias a las herramientas de contratación pública, licitaciones conjuntas entre empresas estatales, inclusión de cláusulas de contenido local en los contratos de concesión, coordinación entre diferentes actores públicos, entre otros. Finalmente, con la eliminación de la Unidad de Industrias Básicas en 2017, el traspaso de responsabilidades hacia el Ministerio de Industrias y Producción y, posteriormente, el cambio de gobierno que dio un giro en la visión política y en el estilo de gestión, no se continuó con la iniciativa de compras nacionales.

Un proceso de cambio de los patrones productivos, de industrialización de las materias primas como el cobre y de incorporación de la innovación y la tecnología, como insumos del nuevo sistema productivo basado en el conocimiento y talento humano, no es una tarea de corto plazo sino, por el contrario, un proceso transformador de largo alcance. Los avances logrados en el delineamiento de una agenda de desarrollo de largo plazo y una gran inversión pública en infraestructura, servicios y en recursos humanos —interrumpidos en el período 2017 -2020— requieren continuidad y una política de estado que permita un acuerdo nacional de largo plazo para lograr una transformación productiva sostenible. En este sentido, una estrategia de cambio de la matriz productiva debe estar inserta en un proceso dinámico que le permita al gobierno aprender durante su ejecución, corregir y adaptarse a los nuevos entornos internos y mundiales, sin que los cambios en la coyuntura económica sean justificativos para dejar de impulsar los cambios estructurales que se necesitan.

¹⁰⁸ Las empresas estatales consideradas en el programa de compras nacionales eran: Petroamazonas (empresa de producción petrolera), Corporación Eléctrica del Ecuador (Generadora y Transmisora de electricidad), Corporación Nacional de Electricidad (Distribuidora de Electricidad), Corporación Nacional de Telecomunicaciones (operadora de telecomunicaciones).

¹⁰⁹ Con la ejecución del programa se estimaron compras por 1.600 millones de dólares entre el 2016 y el año 2025. Además, si se incluían las compras en contratos de servicios petroleros, las industrias básicas en estudio y los que se crearían con la construcción de la Refinería del Pacífico, el impacto llegaría a los 3.500 millones de dólares durante el mismo período.

IV. Modos de gobernanza, actores y recursos

En esta sección se analizarán las características particulares y las similitudes y desemejanzas en la gobernanza de los encadenamientos productivos vinculados al cobre en los países seleccionados. La evaluación se hará sobre la base de la conceptualización analítica, que define a la gobernanza de los recursos naturales como los procesos de interacción y toma de decisiones entre diversos actores, gubernamentales y/o no gubernamentales, involucrados en un problema colectivo relacionado a la gestión de los recursos naturales (propiedad, acceso, extracción, uso, conservación, apropiación y distribución de rentas), que, en un contexto dado, lleva a la creación, reforzamiento, reproducción o cambio de reglas institucionales, formales e informales, para resolver conflictos de interés sobre dichos recursos entre los actores involucrados (León y Muñoz, 2019).

Como se observó en el capítulo anterior, uno de los problemas colectivos comunes identificados ha sido la escasa agregación de valor en los eslabones productivos intermedios y finales, así como la baja incorporación de la innovación tecnológica en los segmentos anteriores y posteriores a la actividad extractiva.

En el caso de Chile, con una institucionalidad más consolidada y un modelo económico y político que desde 1990 no ha sufrido mayores alteraciones, en un modelo de libre mercado y apertura comercial, el rol del Estado en materia productiva se enmarca en la dotación de estabilidad económica, la construcción de infraestructura y el otorgamiento de certeza jurídica a la inversión y a la propiedad intelectual. Desde la segunda mitad de la década de 2000, han estado en agenda las políticas públicas tendientes a provocar los procesos de transformación productiva de largo plazo. Inicialmente corrigiendo fallas de mercado a través de la provisión de bienes públicos que, independientemente de la dotación de recursos naturales, contribuyen con el desarrollo del país. En estos se encuentran el fortalecimiento de los sistemas de formación educativa, el impulso al desarrollo científico y tecnológico, y la inversión en el capital humano. Posteriormente, con el impulso de políticas con una acción más directa del Estado en la planificación y creación de programas sectoriales vinculados a la producción de cobre. Aquí se destacan el PPCM, el desarrollo

del clúster minero de Antofagasta, el Programa Alta Ley y la Hoja de Ruta Tecnológica 2035, principalmente, con resultados todavía preliminares.

En el caso del Perú, con la misma lógica de un modelo económico liberal que promulgó una mínima participación del Estado en el sector productivo, el Estado se encargó de generar las condiciones para la atracción de inversiones orientadas sobre todo a la actividad extractiva. Luego del salto productivo notable conseguido hacia el final del auge de precios de los minerales (2014), emerge en la agenda del Estado, con ciertas interrupciones y cambios en el enfoque, la planificación productiva de largo plazo, la construcción de una plataforma de diálogo y elaboración de políticas públicas entre los sectores público y privado, el desarrollo de programas para la formación y capacitación de los recursos humanos, el impulso de políticas para el avance de las capacidades locales, entre otros. Políticas que se encuentran en una fase inicial de desarrollo.

En el Ecuador, en el contexto del auge del precio del petróleo, y del gobierno reformista del ex Presidente Rafael Correa, entre los años 2007 y 2017, se logra impulsar las condiciones de competitividad sistémica a través de la estabilidad política, económica y social, el fuerte dinamismo de la economía y la dotación de infraestructura. Además de políticas horizontales activas para impulsar el desarrollo científico y tecnológico, mejorar la calidad educativa en todos los niveles, e invertir en la formación del talento humano. De igual forma, el Estado, a partir de la década de 2010, interviene de forma directa en la planificación del desarrollo industrial, y en la selección y coordinación de inversiones en industrias seleccionadas, entre ellas la del procesamiento y refinamiento del cobre. En esta oportunidad sin lograr el objetivo planificado, que es descartado en el nuevo ciclo político que se inicia en 2017.

De conformidad con los tipos de regímenes de gobernanza que proponen León y Muñoz (2019), en los tres países seleccionados las dinámicas que han prevalecido en la gobernanza de los recursos minerales han sido las de mercado, con una amplia presencia de empresas privadas y sin una participación protagónica del Estado. Las excepciones a este modo de gobernanza de mercado están dadas, en el caso de Chile, por la presencia de CODELCO como principal productor de cobre y responsable de la mayor capacidad de fundición y refinamiento del país. En el caso del Ecuador, entre 2007 y 2017, con un modo de gobernanza más cercano a la jerárquica, con una recuperación de las capacidades de gestión y control del Estado en la minería y con las propuestas de políticas de desarrollo productivo vinculadas a la actividad extractiva.

La normativa minera en Chile, Ecuador y Perú estuvo diseñada para impulsar la actividad extractiva, desde el régimen de propiedad y acceso al recurso (exploración, explotación, concesión a empresas privadas, participación de empresas estatales), el régimen fiscal (regalías, impuestos, incentivos, contratos), el uso de la renta minera (inversión, ahorro, descentralización), y la gestión ambiental vinculada a las actividades extractivas. Sin embargo, en los casos de Chile y el Perú, los encadenamientos productivos anclados en la explotación de los minerales no estaban inicialmente planificados y se incorporaron en la agenda política con posterioridad, con una minería a gran escala ya consolidada.

De conformidad con el concepto analítico de gobernanza de los recursos naturales, una de las variables intermedias del proceso de gobernanza son los actores, los recursos que disponen y movilizan y las interacciones entre ellos (Dente y Subirats, 2014). Un actor es un individuo, varios individuos, una persona jurídica o un grupo social, que participan en el proceso de gobernanza en base a preferencias y objetivos propios. Los efectos o la incidencia de un determinado actor vendrán determinada por los recursos que disponga. Los actores más poderosos tendrán mayores cantidades y tipos de recursos para tratar de incidir en el proceso decisional. Una clasificación completa de recursos en manos de los actores es quizá imposible, y podría traducirse en una larga lista de temas muy dispares; sin embargo, León y Muñoz (2019) proponen una caracterización

a partir de Knopfel, Larrue y Varone (2001) que agrupa a los recursos en personal (humano), dinero (económico), información (cognitivo), organización (interactivo), consenso (confianza), tiempo (cronológico), infraestructura (patrimonial), político (mayoría), fuerza (violencia), derecho (jurídico).

A continuación, se observan los principales actores, su tipología y los recursos más importantes con los que cuentan y que se utilizaron en las decisiones políticas y en los procesos de elaboración de las políticas públicas en la gobernanza de los encadenamientos productivos del cobre en los países andinos seleccionados.

Cuadro 4
Tipos de actores y su origen

Los actores y su origen	Tipos de actores					
	Políticos	Burocráticos	Expertos	Empresas	Intereses generales	Intereses especiales
Chile						
Internacional		OCDE		Empresas asiáticas de refinamiento de cobre		BHP, Programa de Proveedores de Clase Mundial
Nacional	ex Presidenta Bachelet, ex Presidente Lagos	CORFO, Consejo Nacional de Innovación y Desarrollo, CONICYT, Ministerio Ambiente, Ministerio de Minería, Congreso Nacional	Comisión Minería y Desarrollo, Comisión FURE, Comisión Nacional del Litio	CODELCO, ENAMI, Empresas proveedoras de bienes y servicios	Corporación Alta Ley, Fundación Chile, CESCO	Consejo Minero, Consejo de Competencias Mineras, Federación de Trabajadores del Cobre
Regional/Local						Clúster Minero de Antofagasta
Perú						
Internacional		BID, CAF		Southern Copper, Empresas asiáticas de refinamiento de cobre		Antamina (BHP) Programa de proveedores
Nacional	ex Presidente Humala, ex Presidente Kuczynski, Presidente Vizcarra	Ministerio de la Producción, Ministerio de Energía y Minas, Consejo Nacional de Competitividad, Ministerio de Ambiente	Centro de Convergencia y Buenas Prácticas Minero-Energéticas	Empresas proveedoras de bienes y servicios		Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE)
Regional/Local						Cámara de Comercio e Industria de Arequipa (CCIA)

Los actores y su origen	Tipos de actores					
	Políticos	Burocráticos	Expertos	Empresas	Intereses generales	Intereses especiales
Ecuador						
Internacional		CEPAL	Bain Consulting, Korea Development Institute (KDI)	Empresas asiáticas de refinamiento de cobre		Lundin Gold, ECSA
Nacional	Ex Presidente Correa	Vicepresidencia de la República, SENESCYT; Ministerio de Sectores Estratégicos, SENPLADES		PETROECUADOR, ENAMI		Empresas del sector productivo con capacidades de manufactura
Regional/Local						

Fuente: Elaboración propia.

A. Chile

En el caso de Chile, las políticas vinculadas a los encadenamientos productivos del cobre siguieron las reglas del libre mercado que caracterizan a su modelo de desarrollo desde la década de 1980, en un primer momento con la separación de las actividades exploratorias y de explotación de las de la fundición y el refinamiento del cobre. Las empresas transnacionales, que poseen las capacidades tecnológicas, financieras, de gestión, y comerciales que los llevó a incrementar sustancialmente la extracción de cobre desde la década de 1990, no participaron con la misma dinámica en la industria de la fundición y refinamiento. Ante esta situación, el Estado tampoco generó las políticas necesarias para incentivar el crecimiento de la capacidad de refinamiento del país, a través de inversiones privadas, o a través de las empresas estatales CODELCO y ENAMI. Estas últimas se acogieron a la tendencia de la industria, se enfocaron en el segmento más rentable, la extracción, y dejaron de lado el incremento de sus procesos de fundición y refinamiento. Como se mencionó antes, tanto CODELCO -en 2003- como ENAMI -en 2016-, realizaron proyectos tendientes a construir una nueva refinería, sin que hayan logrado contar con los recursos financieros o la decisión política de sus órganos de dirección para avanzar más allá de las etapas de planificación y estudios.

La presencia de dos empresas estatales, CODELCO y ENAMI, si bien es una anomalía dentro del modelo liberal de Chile, constituye una característica de la gobernanza del cobre. El rol protagónico de CODELCO en la industria del cobre tampoco ha sido suficiente en las últimas tres décadas para lograr las políticas, los incentivos o las inversiones que permitan una participación más activa en el segmento de la fundición y refinamiento del cobre a nivel mundial.

Entre los actores que se destacan en las últimas dos décadas, está la ex Presidenta Michelle Bachellet. No es casualidad que durante sus dos gobiernos se hayan incubado las estrategias, planes y programas que se muestran como los más importantes entre las políticas de desarrollo industrial y productivo. Desde una mirada horizontal, se destacan instrumentos como la Ley de I+D de 2008, el Programa de Atracción de Centros de Excelencia de 2009, la Reforma Educativa de 2014, y el proyecto de Ley para la creación del Ministerio de Ciencia Tecnología, Conocimiento e Innovación de 2017. En el ámbito de los encadenamientos productivos del cobre, sobresalen la creación de los Programas Clúster Minero en 2007, Alta Ley en 2015, Antofagasta Cluster Minero en el mismo año, y el diseño de la Hoja de Ruta Tecnológica 2035 en 2016. Además, se encuentran la negociación de los contratos del litio entre la CORFO y las empresas Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) y Albemarle, ocurrida entre 2016 y 2018, que le permitieron a Chile formular un marco normativo productivo que busca enlazar el patrimonio natural de minerales y recursos energéticos renovables con los segmentos intermedios y finales de las cadenas de valor de los nuevos paradigmas energéticos.

Una de las características de Chile es la solidez de sus instituciones. En este caso, la CORFO¹¹⁰ es un buen ejemplo de esa historia institucional. Con mayor o menor protagonismo, dependiendo de la orientación ideológica del gobierno, la CORFO ha sido un actor relevante como agencia de implementación de las estrategias y programas en materia de innovación, emprendimiento y generación de capacidades productivas. La CORFO, utilizando sus capacidades burocráticas, los recursos financieros disponibles, y las plataformas de diálogo y consenso con el sector privado, ha trabajado en la identificación de los bienes públicos específicos, y las capacidades tecnológicas y de capital humano que se requieren desarrollar para impulsar la sofisticación de la economía chilena, en la que el cobre tiene un rol esencial (CORFO, 2014). En este sentido, la CORFO ha generado o apoyado

¹¹⁰ La CORFO fue creada por Ley en 1939. CORFO, como entidad del Estado, ha ido cambiando su enfoque y su rol, de acuerdo con la visión y estrategia de desarrollo. Actualmente es una agencia dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que tiene como principal objetivo la promoción de la innovación, la capacidad de emprender y la competitividad del país.

diversas iniciativas y programas de carácter transversal o sectorial minero relacionados con la sustentabilidad y economía circular, la transformación digital, el ecosistema del emprendimiento, el incremento de la productividad, y la coordinación entre la investigación académica y la industria.

El debate sobre la descentralización en Chile ha sido un proceso complejo que ha tomado varios años. Un proceso de esta naturaleza que implica un traslado de poder ha tenido posiciones contrapuestas entre expertos, políticos y líderes de opinión, a nivel nacional como regional (Ferreiro y Otros, 2019). El desarrollo de las capacidades tecnológicas, de innovación y productivas en las Regiones con mayor prevalencia minera ha sido uno de los temas reivindicados desde los sectores sociales y del poder político regionales. La oportunidad de provocar reformas políticas en ese sentido tuvo ventanas de oportunidad que permitieron identificar sucesivos hitos y avances. En 2004, previo a la aprobación del Impuesto Específico a la Minería (IEAM), ocurrido en el siguiente año, el ex Presidente Ricardo Lagos presentó el proyecto de ley que creaba una regalía minera, establecía un FIC y disponía que el 50% de los recursos debían canalizarse a través de empresas e instituciones con sedes en las Regiones. Si bien este proyecto no fue aprobado, puso sobre la arena de negociación política la necesidad de invertir la renta minera en actividades que contribuyen con el cambio en los patrones tecnológicos y productivos asociados a la minería. Posteriormente, con la aprobación de la Ley del IEAM en 2005, se creó, a nivel del Presupuesto General del Estado, el FIC ya sin una relación con la renta minera ni la distribución regional. Sin embargo, desde su concepción en 2006, el FIC ha sido la principal vía del Estado para asignar recursos de investigación científica, innovación empresarial y emprendimiento a través de agencias como la CORFO y el CONICYT (OCDE/NU, 2018a). La debilidad de este fondo, al no estar vinculado con la renta minera, es la posibilidad de verse afectado a discrecionalidad de la autoridad de turno. En la proforma presupuestaria del Estado de 2021, presentada por el Ministro de Hacienda ante el Congreso Nacional en octubre de 2020, una de las partidas más afectadas es la del FIC junto con la eliminación del Programa Becas Chile.

La visión regional de las políticas de Estado en materia productiva minera ha ido ganando espacio. Una muestra de esto, en el marco de los recursos provenientes de los contratos de explotación del litio, es la decisión política de la CORFO de incluir, en las licitaciones convocadas a partir de 2018 del Instituto de Tecnologías Limpias (ITL) y del Centro Tecnológico de Electromovilidad (CTEC), la obligación de ser instalados en la Región de Antofagasta el primero y en la denominada Macrozona Norte del país el segundo. Estas licitaciones son parte de la estrategia que impulsa Chile para incorporar valor en los eslabones de la cadena productiva del litio, asociada al cobre y al desarrollo de la energía solar y el potencial mercado energético del hidrógeno verde producido a partir de las energías renovables (Poveda, 2020b).

Un avance importante de Chile en este largo proceso de aprendizaje institucional, que ha permitido crear un capital social importante en la industria minera, ha sido la creación de entidades que generan vínculos entre el sector público y privado y se convierten en una plataforma de conexión entre los intereses y objetivos disímiles y a la vez concurrentes de los distintos actores. Este es el caso de Fundación Chile, una corporación privada sin fines de lucro con participación conjunta del Estado de Chile y del sector privado, creada hace casi 50 años con la visión de contribuir a equilibrar el sistema de ciencia y tecnología, fortaleciendo el campo de la innovación¹¹¹.

¹¹¹ Las iniciativas, roles y ámbitos de acción que la Fundación Chile ha desarrollado a lo largo de su historia son diversos y han respondido a distintos contextos locales y globales. Entre los roles que ha desempeñado la Fundación Chile en la ejecución de sus proyectos se encuentran: i) la transferencia y difusión de tecnología; ii) la articulación, la capacidad de convocar a actores para provocar encadenamientos virtuosos; iii) la generación de capital social, mediante la capacidad de estimular la colaboración entre distintos actores y grupos; iv) La conexión entre distintos actores y grupos con intereses contrapuestos, en función de un problema común; v) la creación de institucionalidad, haciendo que un proyecto desarrollado pueda ser mantenido en el tiempo por otras instituciones, públicas o privadas; vi) el desarrollo de clústeres y promoción de la innovación.

En la industria minera, el primer acercamiento de la Fundación comenzó con el Programa de Certificación de Competencias Laborales. Esta iniciativa constituyó un importante antecedente para la realización, en 2010, del Estudio de Fuerza Laboral en la Gran Minería Chilena. El diagnóstico elaborado por la Fundación en este estudio llevó a la creación del Consejo de Competencias Mineras. Posteriormente, en 2016, utilizando su capacidad de articulación y consenso, impulsó la Hoja de Ruta Tecnológica 2035, coordinando visiones de actores públicos y privados, en la que se acordaron los principales desafíos tecnológicos que esta industria debería enfrentar en el corto, mediano y largo plazo. Adicionalmente, la Fundación impulsa el Programa de Innovación Abierta en la Minería (cuyo antecedente directo es el Programa de Proveedores de Clase Mundial), con el objetivo de contribuir al desarrollo de una industria de bienes y servicios mineros intensivos en conocimiento. En el Programa, la Fundación busca cumplir un rol de articulación activa, para establecer conexiones entre los requerimientos de las mineras con la oferta de servicios y tecnologías por parte de los proveedores. Además, la Fundación ejecuta el Programa Tecnológico de Monitoreo en Línea de Depósitos de Relaves. En él confluyen actores públicos y privados con el objeto de diseñar un sistema para monitorear variables críticas de la estabilidad física y química de los tranques. En el campo del Capital Humano, la Fundación está articulando el proyecto Eleva, un Centro para la formación técnica en minería, que conecta a las empresas privadas con el sector público y con las instituciones de formación para el trabajo en la minería (Cordúa y Klima 2017).

B. El Perú

En el caso del Perú, luego del proceso de privatización de la década de 1990, que incluyó la enajenación de los activos mineros que se encontraban a cargo del Estado, las empresas privadas han sido las encargadas de desarrollar la exploración y explotación de los recursos minerales. El auge productivo minero peruano a partir del nuevo milenio, al igual que en el caso de Chile, no estuvo acompañado de las inversiones en ampliar la oferta de cobre refinado, ni de las señales desde el Estado hacia el sector privado o para intervenir directamente en el siguiente eslabón productivo.

Como se observó antes, en el último quinquenio, desde el sector privado se hicieron anuncios de construir nueva capacidad de fundición y refinamiento. La disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos con escala mundial de las empresas transnacionales mineras puede provocar en las autoridades de gobierno expectativas de inversiones a favor del dinamismo de la economía. De igual forma, esa potencial disponibilidad de recursos y la asimetría de información que favorece a las empresas puede ser utilizada por estas como herramienta de negociación e incidencia frente a las decisiones gubernamentales. En el caso del Perú, los anuncios de inversiones efectuados por Southern Copper entre 2018 y 2019 estuvieron vinculados con la ampliación o inicio de construcción de proyectos extractivos que requerían avanzar en la obtención de licencias y permisos gubernamentales y en la consecución de la denominada licencia social para operar desde las comunidades, quizá este último, uno de los temas que mayores retos presenta en el Perú.

Desde el Estado no se diseñaron estrategias o políticas destinadas a generar las condiciones para la atracción de inversiones en estos segmentos productivos. En el gobierno del ex Presidente Pedro Pablo Kuczynski se expresó la voluntad política de incrementar valor en la cadena del cobre. El ex Presidente Kuczynski utilizando los recursos de consenso y comunicacionales al inicio de su gobierno puso en la agenda la idea de hacer del Perú un gran centro de refinamiento regional del cobre. Esta propuesta discursiva no estuvo acompañada de un plan de largo alcance y terminó diluyéndose durante el corto ejercicio de su mandato.

En lo que sí han tenido un rol proactivo las empresas mineras ha sido en el fomento para la creación de centros de capacitación y de investigación. Este tipo de iniciativas, basadas en la disponibilidad de recursos tecnológicos y financieros, y de la amplia red internacional de las empresas

transnacionales, se enfocan, por una parte, en capacitar a los trabajadores con habilidades y conocimiento específico en la industria minera y, por otra, completar las brechas de técnicos e ingenieros con capacidades de gestión. La creación de centros de estudios y capacitación especializados en minería se complementa con los procesos de entrenamiento que deben además realizar las empresas mineras para que sus trabajadores cuenten con los requisitos y estándares que exige la industria.

En el sector privado, además de las grandes empresas multinacionales mineras, que son protagonistas en la cadena de valor de la explotación de los minerales, las empresas proveedoras de bienes y servicios tecnológicos cada vez ganan mayor espacio. Los cambios en la industria minera de las últimas décadas tales como la declinación de la concentración mineral, la localización de minas en zonas más distantes y agrestes, el incremento de las salvaguardas ambientales, los avances tecnológicos, y los cambios en los sistemas de producción globales, entre otros, propiciaron la desintegración como modelo de producción frente al clásico modelo de enclave. Estos cambios estructurales de la industria generaron espacios para la innovación de los proveedores locales con contenido tecnológico. Este tema ha sido estudiado en Chile y el Perú, por diferentes autores (Meller y Gana, 2015; Strubrin, 2017; Pietrobelli y otros, 2018; Molina, 2017, 2019).

Entre los hallazgos de los autores, se observa la vinculación entre las innovaciones de los proveedores locales y las necesidades de las empresas multinacionales. Las oportunidades para la innovación se dan también en las nuevas tecnologías de la información aplicadas a la minería, o la utilización de nuevos materiales, la integración de algunas áreas de conocimiento como la química, la biotecnología, y la impresión 3D. Los proveedores locales logran posicionarse en nichos demandados por la especificidad local en la extracción minera. Para su desarrollo, necesitaron construir relaciones cercanas con las empresas mineras que requieren de una coordinación constante entre empresa y contratista. En esta arena de negociación técnica, existe una asimetría de poder entre la empresa minera y el proveedor local que trata de incorporarse en la cadena de prestación de servicios con mayor contenido tecnológico.

Esta oportunidad de mercado ha sido aprovechada por algunas empresas locales de Chile y el Perú todavía en pequeña escala, en donde los casos de éxito son una excepción más que una regla, es decir, se logran resultados sin alcanzar su potencial y amplificación a más actores. Entre los casos resaltados se mencionan a empresas como Bisa, Exsa, Ferreyros, Resemin, Fima, Tumi, del Perú; y a Neptuno Pumps, JRI, Drillco Tools, Agua Marina, Innovaxxon, MICOMO, Aplik, Power Technologies, en Chile. Los procesos de incorporación de los proveedores locales a la cadena de producción de la minería a gran escala ha sido un proceso de largo aliento en donde han influido factores como: la gobernanza de las CGV, la calidad y disponibilidad de capital humano, capacidades locales de las redes de investigación, políticas públicas de coordinación, capacidad de aprendizaje y construcción de capacidades, experiencia en el mercado local, tareas corporativas propias. Esta trayectoria que trae consigo una curva de aprendizaje para los proveedores de Chile y el Perú, se podrá ver afectada a partir de 2020. En conjunto, la pandemia del coronavirus, la caída de los precios de las materias primas y la recesión económica mundial presentan importantes trastornos para las empresas proveedoras y probablemente precipitarán cambios estructurales en muchos mercados de proveedores (Molina, 2017; Pietrobelli y otros, 2018; Molina, 2019; NRGi, 2020).

Además de los desafíos netamente productivos, existen oportunidades para la innovación en los retos sociales y ambientales que se presentan en las particularidades de las actividades extractivas, geográficas, territoriales, culturales, colectivas y del medio ambiente. Los desafíos sociales y ambientales se han convertido en el principal problema para las compañías mineras. De acuerdo con EY (2020), a pesar de la disrupción de la industria, la licencia social para operar sigue siendo percibido como el principal riesgo del sector de minería y metales a nivel mundial. En este contexto de altas expectativas de las comunidades, que posiblemente aumenten luego de los resultados socioeconómicos de la crisis

provocada por el Covid-19, se acentúa la necesidad de impulsar las capacidades locales y el desarrollo de proveedores nacionales con nuevas formas de hacer las cosas y con procesos innovativos.

La conflictividad socio ambiental ha permitido la inclusión en el debate y posteriores reformas institucionales en materia de herramientas de participación ciudadana, mecanismos de utilización y distribución de la renta minera, y el fortalecimiento institucional ambiental. De esta forma, las características particulares de la actividad extractiva de la región pueden crear espacios para la producción de bienes y servicios con alto contenido tecnológico, promoviendo encadenamientos productivos a nivel local y contribuyendo al desarrollo de los territorios donde operan. En este marco, el rol de los actores clave a nivel local y nacional, y la movilización de los distintos recursos con los que operar es un factor fundamental para el desarrollo de proveedores que incorporen nuevas capacidades de innovación y tecnológicas en sus procesos.

En este sentido, un mecanismo para resolver las tensiones sociales que se originan en los proyectos extractivos es la intervención de las empresas mineras a través del desarrollo de programas que buscan crear las capacidades locales para que los habitantes del territorio minero puedan constituir sus propios negocios y proveer bienes y servicios estandarizados y básicos de forma directa a las minas. Este tipo de programas forman parte de las estrategias de relacionamiento comunitario y de responsabilidad social de las empresas mineras, y van acompañadas además de los procesos de capacitación y entrenamiento a los habitantes de las comunidades cercanas a los proyectos para que puedan integrarse en las labores mineras.

En los tres países seleccionados se observa una relación de colaboración entre distintos actores de gobierno y varios organismos internacionales. Estos últimos actúan a través de una amplia gama de recursos disponibles. Por una parte, con recursos cognitivos y burocráticos, mediante la elaboración de estudios, informes y recomendaciones de política pública. Por otro lado, mediante la búsqueda de consensos, a través de la construcción de redes a nivel regional y mundial que se constituyen en plataformas de diálogo multinivel y multiactor para el debate y elaboración de políticas públicas. Y, finalmente, con la utilización de sus recursos económicos que determinan fuentes de financiamiento para la consecución de objetivos determinados. En el caso del Perú, la fortaleza institucional de organismos internacionales como el BID o la CAF, con su vasta trayectoria de apoyo a los gobiernos de América Latina, permite una alianza consolidada de cooperación que se ha visto intensificada en el sector minero a partir de 2018 en iniciativas como el Cluster Minero del Sur del Perú, la Visión Minera 2030 y la Hoja de Ruta Tecnológica.

C. El Ecuador

En el Ecuador, en una etapa primaria de la minería a gran escala, que recién se incorpora a la oferta mundial de cobre desde 2019, en el período 2007-2017, se trató de dar un salto productivo hacia adelante entre los eslabones del cobre aún sin contar con la materia prima extraída localmente. La voluntad política del gobierno del ex Presidente Rafael Correa, la gran apuesta por la construcción de industrias pesadas, entre ellas la refinería de cobre, la capacidad tecno burocrática de planificación y ejecución de grandes proyectos, la estrategia técnica, regulatoria y comercial implementada, y la disponibilidad inicial de recursos financieros, no fueron suficientes para lograr su materialización. A diferencia de Chile y el Perú, en donde se dejó en manos del mercado la decisión de avanzar en los eslabonamientos hacia adelante en la cadena productiva del cobre, en el Ecuador se definió un rol protagónico del Estado, señalando que tipo de industrias debían impulsarse con la posibilidad de que las inversiones necesarias sean asumidas parcial o totalmente por el Estado. Tanto en Chile como en el Perú, desde la década de 1990 no se han materializado nuevas inversiones en aumento de la capacidad de fundición y refinación, ni se han incorporado nuevos eslabones en los segmentos intermedios o finales del uso del cobre que sean significativos para la economía de esos países. En el Ecuador, si bien

se logró incorporar a la minería a gran escala como un rubro en la economía del país, tampoco se consiguió hasta el momento el objetivo de desarrollar las capacidades industriales básicas, intermedias y finales vinculadas al cobre o a otros minerales.

En diferentes estudios sobre los encadenamientos productivos de los minerales, que incluyen la innovación tecnológica en las cadenas productivas, o el desarrollo de los proveedores con alto contenido tecnológico, o el impulso de las capacidades locales, uno de los temas más recurrentes, cuando se evalúan las limitaciones internas de cada país, es la falta de una coordinación adecuada entre las diferentes partes interesadas que restringe la disponibilidad y asignación de recursos oportuna. Ese diagnóstico va acompañado de la débil institucionalidad del Estado y sus escasas capacidades de planificación, monitoreo y ejecución. En el caso del Ecuador, uno de los rasgos característicos del gobierno del ex Presidente Correa fue el fortalecimiento institucional estatal. Parte de ese impulso institucional fue la tecnocracia gubernamental que tuvo como uno de sus ejes de acción la recuperación de la planificación, el monitoreo y la ejecución de sus estrategias, planes y proyectos. Este rasgo particular, impulsado desde la cabeza del gobierno, entre otros factores, permitió aprovechar los recursos provenientes del auge del precio del petróleo y llevar adelante un ambicioso plan de inversión pública, centrado en la construcción de una plataforma sólida habilitante para el impulso del sector productivo. Sin embargo, a pesar de los buenos resultados alcanzados en la renovada infraestructura energética y de conectividad, el fortalecimiento del talento humano y las capacidades científico tecnológicas, y los logros en materias macroeconómica y sociales de educación y salud, las capacidades del Estado para coordinar internamente sus propias políticas industriales fueron muy débiles, y los avances en los temas de transformación productiva fueron poco significativos (Andrade y Nicholls, 2017; Calderon y otros, 2016).

Al analizar las capacidades del Estado y las políticas industriales, Andrade y Nicholls (2017) resaltan los conflictos institucionales en las élites gubernamentales, con visiones distintas de cómo conseguir esa anhelada transformación de la matriz productiva. Estas disputas conformaron dos coaliciones intra-gubernamentales con actores, objetivos y recursos disímiles. El primer conjunto conformado por la SENPLADES, el Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano, bajo el liderazgo de la SENESCYT – con su proyecto más importante, la universidad YACHAY. El segundo grupo encabezado por la Vicepresidencia de la República, con sus proyectos más emblemáticos, la Refinería del Pacífico (hidrocarburos) y las industrias básicas (entre ellas la del cobre), que incluye al MICSE, al Ministerio Coordinador de Productividad, Empleo y Competitividad, el Ministerio de Comercio Exterior y los ministerios de Industria, Agricultura, Turismo, Transporte y Obras Públicas. A pesar de que, a partir de 2013, la agenda de cambio de la matriz productiva se encargó a la Vicepresidencia de la República, ésta no logró su rol de agencia nodal de resolución de esta clase de conflictos. Además, Calderon y otros (2016) afirman que los escasos resultados en materia de transformación productiva entre otros factores se debieron a la fragilidad del sector público, la alta rotación de las autoridades y del personal técnico, una escasa coordinación y articulación interinstitucional, así como una evidente falta de continuidad en el diálogo público-privado.

El escaso dinamismo empresarial que, con pocas excepciones, se caracteriza por una cultura conservadora con bajas tasas de inversión y escasa innovación, acentuó la dificultad del gobierno para establecer relaciones de confianza y de esa forma construir una alianza transversal entre el sector público y actores del sector privado, capaz de defender una estrategia de cambio de largo plazo que supere los vaivenes políticos (Calderón y otros, 2016). Este parece ser un patrón que se repite en Chile y el Perú. Desde una posición pesimista, cuando se estudian los fenómenos de innovación tecnológica y encadenamientos productivos de los recursos naturales, recuerda la cultura rentista que defiende el status quo sobre la base de la manipulación política y social, y la falta de compromiso de buena parte del sector privado en los procesos de innovación, agregación de valor y diversificación productiva.

V. Reflexiones finales, desafíos y recomendaciones

En América Latina y el Caribe, la crisis mundial provocada por la pandemia del COVID 19 ha tenido efectos devastadores. La CEPAL (2020) la considera como la peor crisis en los últimos 100 años, con una caída del PIB del 9,1%, el cierre de 2,7 millones de empresas formales, un aumento del desempleo hasta llegar a 44 millones de personas, y un retroceso de 15 y 30 años en los niveles de pobreza y extrema pobreza que alcanzará 231 millones y 96 millones de personas, respectivamente.

Esta crisis acentúa los problemas estructurales de la región y pone en evidencia las denominadas cuatro trampas regionales (OCDE, 2019): i) la vulnerabilidad social (por la insuficiencia dinámica que lleva al empleo informal y al riesgo de recaída en la pobreza); ii) la trampa institucional (por la incapacidad del Estado para responder a las demandas de los ciudadanos); iii) la trampa ambiental (por la insostenibilidad del uso intensivo de los recursos naturales en el contexto del calentamiento global); y, iv) la trampa de la productividad (asociada a la especialización primaria exportadora).

En el caso de los minerales, la región no ha sido capaz de incorporar adelantos tecnológicos que permitan la diversificación de sus cadenas productivas o la generación de nuevas exportaciones de servicios asociados a los conocimientos técnicos vinculados a la actividad extractiva. Tampoco ha logrado avanzar en los eslabones posteriores de procesamiento de los recursos minerales.

En Chile, Ecuador y el Perú, en distintos escalones de desarrollo de la actividad minera, se observan factores comunes en el impulso de la minería a gran escala. Las actividades del Estado, así como del sector privado, han estado orientadas de manera especial al desarrollo, impulso y crecimiento de la actividad extractiva. Este enfoque extractivo hizo que las acciones estatales se dirijan hacia crear el marco normativo adecuado para el propósito. Chile y Perú lograron consolidar la industria minera y se posicionan como los principales productores y exportadores de cobre de mina del mundo. El Ecuador, con un desarrollo más tardío, recién a partir de 2019, y con un rol todavía menor, se incorpora en el mapa de actores de la minería del cobre a nivel mundial.

La discusión sobre la diversificación productiva ha sido parte del debate sobre todo en épocas de descenso de la actividad económica vinculada a la caída de los precios de las materias primas o a choques externos mundiales como la crisis asiática de 1997, la crisis financiera de 2008, las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China a partir de 2017, o la provocada por el COVID-19 desde inicios de 2020.

Las políticas de encadenamientos productivos vinculados al cobre se han planteado de forma heterogénea. En el segmento productivo de fundición y refinamiento, Chile, en la década de 1990, lideraba la producción mundial de cobre refinado, con un rol importante de la estatal CODELCO. A partir de esa época, se dejan de lado las inversiones en fundición y refinamiento, cediendo su liderazgo a favor de las naciones asiáticas, con China a la cabeza. Perú, por su parte, con una industria minera enteramente transnacional, sin una capacidad de refinamiento de cobre relevante, reduce aún más su participación a partir de 2009. La situación de Ecuador se presenta distinta. Con una historia de minería artesanal y a pequeña escala, a partir de 2007 busca desarrollar, de forma paralela, la minería a gran escala y los eslabones siguientes de fundición, refinamiento y productos semielaborados. En el camino, hasta el momento sólo ha logrado despegar en el primero de los objetivos. Ninguno de los tres países se ha incorporado de forma significativa en las CGV del cobre en productos semielaborados y elaborados más allá de las fases iniciales de la cadena.

A pesar de que, en los tres países, en distintas épocas y con diferentes niveles de profundidad, se ha puesto sobre la arena de discusión política la necesidad estratégica de avanzar en el siguiente eslabón de fundición y refinamiento del cobre, no se han logrado las condiciones de viabilidad política y económica para alcanzar este propósito. El avanzar en la cadena hasta el refinamiento ha sido comprendido como un factor eventualmente determinante para desarrollar los encadenamientos productivos de mayor valor agregado en productos semielaborados y finales en la cadena de valor del cobre.

En el Ecuador, con la voluntad política necesaria y sin contar con la producción de materia prima local, se intentó dar un salto en la cadena de valor del cobre y constituirse en un centro de refinamiento de materia prima regional proveniente de Perú y Chile. En el caso de Perú, se ensayó coyunturalmente una promesa similar, que no logró superar el corto ciclo político de su mentor. En Chile, en mejores condiciones de competitividad, y con una industria minera consolidada, en diferentes períodos se ha debatido ampliamente la posibilidad de nuevas inversiones en fundición y refinamiento, sin reafirmarse la voluntad política indispensable para avanzar más allá de los estudios y la planificación.

En los segmentos anteriores a la extracción de mineral de cobre, de igual forma, en cada uno de los países se identifican estrategias distintas. Chile, lleva un decenio de curva de aprendizaje en lo que Katz (2020) denomina *learning by doing*. A partir del nuevo milenio, orienta su estrategia en dos frentes: i) el impulso de aglomeraciones productivas concentradas geográficamente a partir de una base de recursos minerales, prestando atención a los impactos sociales y ambientales, con la institucionalización del programa de clúster minero; ii) el desarrollo de un mercado de proveedores de la industria minera institucionalizado a través de la Corporación Alta Ley y el Programa de Proveedores de Clase Mundial, actualmente convertido en la Plataforma de Innovación Abierta de la Minería, y la Hoja de Ruta Tecnológica 2035 con su respectiva actualización 2.0. En ambos casos, apoyados por la aplicación de políticas horizontales orientadas a desarrollar las capacidades y talento humano, habilitar las actividades de emprendimiento e innovación, e impulsar la investigación y desarrollo científicos.

Perú, con una respuesta del Estado y del sector privado más tardía, en el último quinquenio, centró el debate político en la construcción de redes de colaboración y mecanismos de coordinación entre los distintos actores: Estado, empresas mineras y proveedoras, academia y centros de I+D, y organismos internacionales. En ese marco, teniendo como referencias las experiencias australiana y chilena, se ha dado los primeros pasos en la definición de una visión a largo plazo de la minería; la promoción de un conglomerado productivo minero en el Sur del Perú, y la elaboración de una Hoja de Ruta Tecnológica.

En el Ecuador, en el decenio 2007-2017, con una estrategia que definió a la inversión como motor de crecimiento y recuperó el rol del Estado como agente dinamizador de la economía, se ejecutaron ambiciosas agendas de infraestructura y educativa, que dotaron de condiciones habilitantes para mejorar los procesos productivos y favorecer el entorno de innovación y competitividad. Sin embargo, las agendas

propuestas de cambio de la matriz productiva, enfocadas en las industrias básicas, la agroindustria y las industrias intermedias y finales, así como el incremento de las capacidades productivas de los proveedores locales y las políticas de compras nacionales, colisionaron con las condiciones exógenas del mercado y las limitaciones burocráticas y empresariales locales y no lograron los avances esperados en la planificación estatal. Tampoco superaron la frontera de un nuevo ciclo político.

Chile y Perú han desarrollado capacidades locales de empresas proveedoras de bienes y servicios para la industria de exploración y explotación de minerales. Sin embargo, los avances y el nivel de relevancia logrado en sus matrices productiva y exportadora no cumplen con las expectativas deseadas y permanecen todavía distantes de experiencias positivas de países mineros como Australia o Canadá.

La expansión de la demanda de energía y minerales, especialmente de Asia, junto con las metas de descarbonización globales, vuelve a abrir para los países de la región oportunidades. Se presentan desafíos frente a las cada vez más altas expectativas ciudadanas y más exigentes estándares ambientales y sociales impuestos por los Gobiernos, exigidos por los capitales de inversión, y demandados desde los centros de fabricación de Europa, Asia y América del Norte.

En el marco de la transición energética, la riqueza mineral de cobre de los tres países andinos se complementa con la disponibilidad de recursos renovables; en el caso de Ecuador, principalmente hídrica, y en el caso de Chile, mayoritariamente solar. Además, Chile posee reservas de litio y Perú las está explorando. Esta convergencia de recursos estratégicos ya ha sido observada internamente por Chile. Desde 2017, Chile impulsa una serie de licitaciones internacionales para atraer fabricantes especializados en la cadena de valor de las baterías de ión litio, y para la instalación de centros de investigación vinculados a la energía solar, minería de bajas emisiones y materiales avanzados de litio, economía circular y electromovilidad.

Las brechas e incertidumbres existentes deben impulsar tanto la innovación de las políticas industriales alrededor del cobre, los minerales y las energías renovables, como la integración y complementación científico-productiva regional, que aprovechen, por un lado, la alta dotación de recursos naturales de países como Chile, Ecuador, Perú y Argentina, y, por otro, las capacidades productivas y de inserción en las CGV de Brasil, México y Argentina, de tal forma que se promueva un mercado regional.

Los riesgos ambientales y sociales que enfrenta la industria minera requieren respuestas innovadoras desde el Estado y las empresas mineras. Los conflictos sociales que se generan también pueden ser una fuente de innovación en las políticas estatales y empresariales, sobre todo en sus relaciones con la sociedad y las comunidades. En esto, la curva de aprendizaje institucional de las entidades estatales y de las empresas multinacionales mineras con experiencia en distintas geografías constituye un acervo que debería ser conocido, compartido y evaluado de forma permanente.

Las especificidades de las operaciones mineras de los países andinos seleccionados (zonas desérticas o con abundante agua o humedad, áreas ambientalmente sensibles, territorios distantes y de difícil acceso) abren un espacio para la especialización de nicho de los proveedores mineros locales, que sean capaces de innovar e incorporar la tecnología en los procesos productivos para resolver las demandas particulares de las faenas productivas mineras que buscan mejorar su productividad. Aquí, las nuevas tecnologías y conocimientos científicos aplicados a la minería (internet sobre las cosas, redes 5G, inteligencia artificial, robótica, drones, impresión 3D, nuevos materiales, nanotecnología, biotecnología) tienen un rol relevante para el desarrollo de nuevos productos, la adaptación de tecnologías o el mejoramiento de productos o procesos existentes.

Para que estas oportunidades de innovación y diversificación económica se produzcan a partir de la base de los recursos minerales, usándolos como palanca para elevar la complejidad de la base productiva y evitar la reprimarización, se requiere de políticas públicas eficaces y una participación

activa del Estado. Además de generar las condiciones habilitantes de estabilidad económica y política, infraestructura, y certeza jurídica, factores en los que Chile se ha destacado, el Estado debe asumir un rol protagónico en la implementación de políticas de desarrollo productivo ambiciosas, de largo plazo, y orientadas por objetivos. Las políticas industriales requerirán de un esfuerzo económico adicional que permita superar el mal regional de los bajos volúmenes de inversión en I+D, transitar hacia la excelencia en los distintos niveles de la educación pública, acortar las brechas de capacidades científicas y técnicas del talento humano, y optimizar el entorno del emprendimiento. Elementos en los que se observan diferencias profundas entre los países andinos seleccionados y los países de la OCDE o asiáticos.

Los países mineros andinos deben, además, considerar políticas activas que impliquen financiamiento, incentivos fiscales, inversión pública, subsidios, garantías públicas, compras públicas, empresas públicas, entre otros. El diseño de estas políticas debe considerar los límites endógenos y exógenos de cada país. Es decir, por una parte, las ventajas comparativas, las capacidades industriales, la vocación productiva, impactos sociales y ambientales, y la configuración normativa e institucional; y, por otra, las innovaciones tecnológicas, los precios de los minerales, los conflictos geopolíticos, la configuración de las CGV y de acceso a mercados, los flujos de inversión y financiamiento, y las reglas comerciales internacionales.

La ejecución de una estrategia que permita cambiar el actual patrón primario exportador y extractivista hacia uno que privilegie la producción diversificada, ambientalmente eficiente, con mayor valor agregado, y basada en el conocimiento, la innovación y la tecnología, es un proceso complejo y de largo alcance. Esta requiere de un compromiso transversal de la sociedad que le de legitimidad social y política y permita su continuidad, sin perjuicio de los procesos de ajuste que la dinámica mundial exige. Para esto se necesita la voluntad política que permita, con una visión de Estado, definir una estrategia y un plan de largo plazo. En esta tarea, se hace indispensable reforzar las plataformas de diálogo y construcción de política pública, en las que Chile ha desarrollado un capital social e institucionalidad importante. Se requiere transitar hacia una gobernanza minera y productiva más democrática, multinivel y multiactor. De igual forma, la capacidad de coordinación del Estado entre las diferentes agencias de gobierno, y entre el Estado y el sector privado empresarial, las universidades, los centros de investigación, y la sociedad civil organizada, constituye uno de los principales desafíos para la implementación de las políticas y estrategias diseñadas.

La capacidad de América Latina y el Caribe para transitar hacia un aprovechamiento sustentable de sus recursos minerales en las dimensiones económica, social y ambiental, en un contexto de mayor pobreza, falta de empleo, epidemias, daños ambientales, calentamiento global, y de transición energética, deberá alinearse con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Bibliografía

- Almeida M. (2019), "Estudio de caso sobre la gobernanza del sector minero en el Ecuador", Documentos de Proyectos, (LC/TS. 2019/56, Santiago de Chile.
- Alta Ley (2019), "Roadmap Tecnológico de la Minería 2.0", Corporación Alta Ley, Santiago, Chile.
- Altomonte, H., y R. Sánchez (2016), "Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe". Libros de la CEPAL, No. 139 (LC/G.2679-P), Santiago de Chile.
- Alvarez C., y Sutin T., (2017), "Políticas industriales y tecnológicas en Chile: el desafío de la transformación productiva". En: M. Cimoli, M. Castillo, G. Porcile y G. Stumpo (eds), *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina*, (LC/TS.2017/91), Santiago de Chile.
- Andrade P., Nicholls E., (2017), "La relación entre capacidad y autoridad en el Estado: La construcción de un Estado 'Excepcionalista' en Ecuador", *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, 103 (1), 1-24.
- Austmine (2020), "Industry body for the Australian Mining Equipment, Technology and Services (METS)", [en línea] <http://www.austmine.com.au/> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Baca E., Quiñones N., (2014), "Estudio de Cluster Minero y la PYMES en el Perú", *Serie Documentos del Reporte Anual de Recursos Naturales y Desarrollo*, Red Sudamericana de Economía Aplicada, Montevideo, Uruguay.
- Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2020), "La relevancia de fomentar la innovación empresarial en la región" [en línea] <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/10/la-relevancia-de-fomentar-la-innovacion-empresarial-en-la-region/> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- _____ (2018), "Impulsarán clúster minero del sur del Perú" [en línea] <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/11/impulsaran-cluster-minero-del-sur-del-peru/> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- Banco Interamericano de Desarrollo BID, (2018), "Ecuador: ¿Se pueden cerrar las brechas de educación que existen en el país?. PISA D, América Latina y el Caribe", Nota 17, 1-4.
- _____ (2014), "Rethinking Industrial Policy". 34, 1-16.
- Banco Mundial, (2020), "Researchers in R&D (per million people)". The World Bank Data, [en línea] <https://data.worldbank.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- BAIN & Company, (2016a), "Implementación del plan estratégico de industrias básicas: aluminio y cobre", Petroecuador, Quito, Ecuador.
- _____ (2016b), "Implementación del plan estratégico de industrias básicas: compras nacionales", Petroecuador, Quito, Ecuador.
- _____ (2015), "Plan de Industrias Básicas". Petroecuador, Quito, Ecuador.
- Calzada B., y Foster-Magregor, N. (2018), "What is the potential of natural resource-based industrialization in Latin America? An Input-Output analysis of the extractive sectors", Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (UNU-MERIT), Países Bajos.

- Calderón A., Dini M., y Stumpo G. (2016), "Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social". (LC/L.4281), Santiago de Chile.
- Castillo M., Gligo N., y Rovira S., (2017) "La política industrial 4.0 en América Latina". En: M. Cimoli, M. Castillo, G. Porcile y G. Stumpo (eds), *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina*, (LC/TS.2017/91), Santiago de Chile.
- Castillo, Jonathan & Correa Mautz, Felipe & Dini, Marco & Katz, Jorge, (2018), "Políticas de fomento productivo para el desarrollo de sectores intensivos en recursos naturales: la experiencia del Programa Nacional de Minería Alta Ley," *Desarrollo Productivo* 218, (LC/TS.2018/16), Santiago de Chile.
- Cavallo E., Powell A., Serebrisky T., (2020), "De estructuras a servicios: el camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe". Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Washington D.C.
- Consejo de Competencias Mineras (CCM, 2020) [en línea] <https://www.ccm.cl/> [fecha de consulta: julio de 2020].
- Copper Development Association (CDA, 2001), "How Hydrometallurgy and the SX/EW Process Made Copper the "Green" Metal [en línea] <https://www.copper.org/publications/newsletters/innovations/2001/08/hydrometallurgy.html> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Centro de Estudios del Cobre y la Minería CESCO, (2020), "Cobre refinado, un buen negocio para Chile". Santiago de Chile.
- Chediak M., (2016), "Análisis de los resultados generados a través del cambio de la matriz productiva propuesto en el año 2013 y sus implicaciones en la competitividad del país". Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica de Quito, [en línea] <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12549> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Cimoli, M., Ferraz J. y Primi A. (2007), "Políticas de ciencia y tecnología en economías abiertas: la situación de América Latina y el Caribe". Serie Desarrollo Productivo, No. 165, Santiago de Chile.
- CIPER, 2017, "Política de Fundiciones: la urgencia de avanzar en la industrialización del cobre". [en línea] <https://www.ciperchile.cl/2017/06/12/politica-de-fundiciones-la-urgencia-de-avanzar-en-la-industrializacion-del-cobre/> [fecha de consulta: julio de 2020].
- Cluster Minero Antofagasta, (CMA, 2016), "Hoja de Ruta 2025". <https://www.clustermineroantofagasta.cl/hoja-de-ruta/> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- (CNID) Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2014), "Minería: Una plataforma de futuro para Chile". Santiago de Chile.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL, 2020), "Pactos políticos y sociales para la igualdad y desarrollo en América Latina y el Caribe en la recuperación pos-COVID-19". Informes Especiales de la CEPAL, Covid 19, Número 8, Santiago de Chile.
- (2018a) "Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe". Informes Anuales de la CEPAL (LC/PUB.2018/20-P), Santiago de Chile.
- (2018b) "Portal de Inversión Social en América Latina y el Caribe". [en línea] <https://observatoriosocial.cepal.org/inversion/es/indicador/gasto-educacion> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- (2015) "Política Industrial y Tecnológica en Ecuador". Presentación hecha por Alvaro Calderón en el taller de trabajo Innovación para el cambio estructural sostenible: Estudios de caso en América Latina y Europa, Santiago de Chile.
- CEPAL/Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) (2010) "Espacios Iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico". (LC/G.2478), Santiago de Chile.
- Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), (2020), "Informe de Tendencias del Mercado del Cobre, Primer Trimestre 2020". Santiago de Chile.
- _____ (2020b), "La proyección de producción esperada de cobre para los próximos diez años". Santiago de Chile.
- _____ (2020c), "Anuario de Estadísticas del Cobre y otros Minerales". Santiago de Chile.
- _____ (2018), "Mercado de concentrados: situación mundial y mirada nacional". Presentación efectuada en el Tercer Seminario Fundición y Refinería, en Expomin 2018, Santiago de Chile.
- _____ (2017), "Tendencias de usos y demanda de productos de cobre". Santiago de Chile.
- Consejo Minero (2014), "Derogación a DL 600. Informe de implicancias y alternativas". Santiago, Chile. [En línea] <https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/04/Informe-Final-DL600.pdf> [fecha de consulta: septiembre de 2020].

- Comisión Nacional del Litio CNL (2015), "Informe Final. Conclusiones: Principales propuestas para una Política Pública". Santiago de Chile.
- Cordúa J. y Klima F., (2017), "La Fundación Chile en el tiempo: Historia, trayectoria e impacto". Fundación Chile, Santiago. [En línea] https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/09/fundacion_chile-en_el_tiempo.pdf [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- Cornick Jorge, (2016), "Políticas de desarrollo productivo en América Latina: Discusiones recientes, creación de empleo y la OIT". Lima: OIT, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, (OIT Américas, Informes Técnicos, 2016/5).
- Corporación Chilena del Cobre CODELCO (2019), [en línea] https://www.codelco.com/directorio-de-codelco-analiza-escenarios-para-potencial-cierre-de/prontus_codelco/2019-10-14/180449.html [fecha de consulta: julio de 2020].
- Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) (2014), "El rol de CORFO en el desafío del emprendimiento y la innovación en Chile". [en línea] <http://www.inh.cl/cms/images/stories/noticias/2014/seminario/CORFO.pdf> [fecha de consulta septiembre de 2020].
- Correa F., (2016), "Encadenamientos productivos desde la minería en Chile". *Serie de la CEPAL, Desarrollo Productivo, LC/L.4160/Rev.1*, Santiago de Chile.
- CRU Consulting (2018), "Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035". Santiago de Chile.
- Chang, H.-J. y K. Zach (2018), "Industrial Development in Asia: trends in industrialization and industrial policy experiences of developing asia". *WIDER Working Paper 2018/120*. Helsinki: UNU-WIDER.
- Chang, H.-J. (2002). "*Kicking away the ladder: Development strategy in historical perspective*". London, Anthem.
- DBS Group Research (2018), "*Copper and its electrifying future*". Singapur.
- DATASUR (2019), [en línea] <https://www.datasur.com/datamerica/peru/exportaciones-productos-2019/> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- Dente B. y Subirats J, (2014), "*Decisiones públicas. Análisis y estudio de los procesos de decisión en políticas públicas*". Editorial Ariel, Barcelona, España.
- De Echave Cáseres J, (2020), "Estudio de caso sobre la gobernanza del cobre en el Perú". *Serie Recursos Naturales y Desarrollo* No. 196 (LC/TS.2020/54) Santiago de Chile.
- Dietsche, E. (2018), "New Industrial Policy and the Extractive Industries". En: T. Addison y A. Roe (eds), *Extractive Industries: The Management of Resources as a Driver of Sustainable Development*, World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER).
- Domínguez R., (2019), "*Recursos naturales extractivos e industrialización en los países andinos*" (Informe del Proyecto MINSUS GIZ/DRN, documento inédito), Santiago de Chile.
- Domínguez R., León M., Samaniego J, Sánchez J., Sunkel O., (2019), "*Recursos Naturales, medio ambiente y sostenibilidad, 70 años de pensamiento de la CEPAL*". Libros de la CEPAL, No. 158 (LC/PUB.2019/18-P), Santiago de Chile.
- Eder, J. (2019), "Integración regional y políticas de industrialización en América Latina: la historia de un amor conflictivo". *Revista de Estudios Sociales*, 68, 38-50.
- EY Global Mining & Metals (2020), "Los 10 principales riesgos y oportunidades comerciales para la minería y los metales en 2021" [en línea] https://www.ey.com/es_ar/mining-metals/top-10-business-risks-and-opportunities-for-mining-and-metals-in-2021 [fecha de consulta: octubre de 2020].
- Ferreiro A., Aris M., Pinto F., (2019), "Proceso de descentralización en Chile Diagnóstico y propuestas". Resumen, Espacio Público, Santiago de Chile. [en línea] <https://www.espaciopublico.cl/wp-content/uploads/2020/04/Resumen-Ejecutivo-Informe-Final-Descentralizaci%C3%B3n.pdf> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Espacio Público Fundación Tecnológica (2018), "Futuro de las Fundiciones Chilenas, Boletín Minero". [en línea] http://www.fundaciontecnologica.cl/sonami/wp-content/uploads/2019/03/Art%C3%ADculo-FT-Bolet%C3%ADn-Minero-1326_2018_12.pdf [fecha de consulta: julio de 2020].
- Guajardo J., (2018) "*La estrategia de fundiciones de China, Japón y otros actores*". Presentación efectuada en el Foro organizado por Voces Mineras A. G., junio, Santiago de Chile.
- Hatch, (2017), "*Estudio de Factibilidad Básica para la implementación de una fundición y refinería de cobre en Ecuador*". Quito, Ecuador.

- International Copper Association (ICA, 2020), [en línea] <https://copperalliance.org/benefits-of-copper/recycling-circular-economy/> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Grupo de Estudio Internacional de Cobre (ICSG, 2020), [En línea] <https://www.icsg.org/index.php/component/jdownloads/finish/165/871> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- (2019), [En línea] <http://www.icsg.org/index.php/component/jdownloads/finish/170-publications-press-releases/2965-2019-10-29-icsg-factbook-2019?Itemid=0> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Intergovernmental Forum on Mining, Minerals, Metals and Sustainable Development (IGF, 2019), "Evaluación del marco de Políticas Mineras del IGF Ecuador". IGF, Ontario, Canadá.
- _____(2018a), "Indonesia: Downstream linkages - Using export restriction policies to move downstream (Case Study)". IGF, Ontario, Canadá.
- _____(2018b), "Chile: Horizontal linkages - Using taxation to foster horizontal linkages (Case Study)". IGF, Ontario, Canadá.
- _____(2018c), "Australia: Downstream linkages - Incentives, protectionism and prescriptive measures (Case Study)". IGF, Ontario, Canadá.
- Isik G., Opalo K., y Toledano P., (2015), "*Breaking out of Enclaves Leveraging Opportunities from Regional Integration in Africa to Promote Resource-Driven Diversification*". World Bank, Washington, Estados Unidos.
- Katz J. (2020), "Recursos naturales y crecimiento: aspectos macro y microeconómicos, temas regulatorios, derechos ambientales e inclusión social", *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/14), Santiago de Chile.
- Knoepfel P., C. Larrue, F. Varone y M. Hinojosa (2007), "Hacia un modelo de análisis de políticas públicas operativo. Un enfoque basado en los actores, sus recursos y las instituciones". *Ciencia Política*, 2(3), 9-42.
- Korinek, J. (2020), "The mining global value chain". OECD Trade Policy Papers, No. 235, OECD Publishing, París.
- Lagos G. (2019), "Desempeño económico, social y ambiental de la minería de cobre y litio en Chile, 2000-2018". Santiago de Chile.
- _____(2017), "Mining nationalization and privatization in Perú and in Chile". [en línea] <https://doi.org/10.1007/s13563-017-0124-9> [fecha de consulta agosto de 2020].
- Lavarello P, y Sarabia M., (2015, "La política industrial en la Argentina en la década de 2000". *Serie Estudios y Perspectivas* (Buenos Aires) LC/L.4142 - LC/BUE/L.224, Buenos Aires
- León, M. y Muñoz C., (2019), "*Guía metodológica para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales*". Serie Recursos Naturales y Desarrollo No.192 (LC/TS.2019/52), Santiago de Chile.
- León, M., C. Muñoz y J. Sánchez (2020), "*La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos*". *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/124), Santiago de Chile.
- Márquez F., Carriel O., Salazar R., (2017), "Ecuador: inversión pública y empleo (2007-2016)", *Revista Espacios*, 38(52), 30-45.
- Mazzucato, M. (2013), "Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation". *Industrial and Corporate Change*, 22 (4), 851-867.
- Mazzucato M., y Penna, C., (2014), "Beyond market failure: the market creating and shaping roles of state investment banks". [en línea] <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2743122> [fecha de consulta: septiembre 2020].
- Mazzucato M., (2017), "Sistemas de innovación: cómo dejar de subsanar las fallas de mercado para comenzar a crear mercados". En: M. Cimoli, M. Castillo, G. Porcile y G. Stumpo (eds), *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina*, (LC/TS.2017/91), Santiago de Chile.
- Meller P. y Gana J. (2015), "El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica". Santiago, CIEPLAN.
- Meller P. y Parodi P. (2017), "Del programa de proveedores a la innovación abierta en minería". Santiago, CIEPLAN.
- Minería Chilena (2019), Fundición y Refinación del Cobre en Chile, [en línea] <https://www.mch.cl/2012/04/04/fundicion-y-refinacion-de-cobre-en-chile/#> [fecha de consulta: julio de 2020].
- Moussa, N. (1999), "El desarrollo de la minería del cobre en la segunda mitad del Siglo XX". *Serie de Recursos Naturales e Infraestructura*, No. 4 (LC/L.1282-P), Santiago de Chile.
- Molina, O. (2019), "*Sector minero en el Perú Productividad, competitividad e innovación*". CIEPLAN, Santiago, Chile.
- _____(2018), "Innovation in an unfavorable context: Local mining suppliers in Peru". *Resources Policy*, 58, 34-48.
- Natural Resource Governance Institute NRGi (2020), "*Sustainable drive, sustainable supply: Priorities to improve the electric vehicle battery supply chain*". [en línea] <https://resourcegovernance.org/analysis-tools/publications/sustainable-drive-electric-vehicle-battery-supply-chain> [fecha consulta: octubre 2020].

- Natural Resource Governance Institute (NRGI, 2013), "Copper Giants, Lesson from State-Owned Mining Companies in DRC and Zambia". [en línea] https://resourcegovernance.org/sites/default/files/nrgi_NMC_English.pdf [fecha de consulta: julio de 2020].
- Obaya M., y Pascuini P. (2020), "Estudio comparativo sobre los modos de gobernanza del litio en Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia". En: M. León, C. Muñoz y J. Sánchez (eds.), "La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos". *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/124), Santiago de Chile.
- Observatorio de Complejidad Económica (2020), [en línea] <https://oec.world/en/profile/hs92/52603/> [fecha de consulta: julio de 2020].
- Ostensson, O. y Lof, A. (2017), "Downstream activities: The possibilities and the realities". WIDER Working Paper Series 113, World Institute for Development Economic Research (UNU-WIDER).
- O'Sullivan E., Andreoni A., López-Gómez C., y Gregory M., (2013), "What is new in the new industrial policy? A manufacturing systems perspective". *Oxford Review of Economic Policy*, 29(2), 432-462.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020), "OECD Main Science and Technology Indicators". [en línea] <https://www.oecd.org/sti/msti.htm> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- OCDE (2019), "Latin American Economic Outlook 2019. *Development in Transition*", París, OECD Publishing.
- _____(2018b), "OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2018 Results". [en línea] <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- _____(2017a), "Education in Chile", *Reviews of national policies for education, OECD publishing*". París, [en línea] <https://doi.org/10.1787/9789264284425-en> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- _____(2017b), "Local Content policies in mineral-exporting countries, case studies". [en línea] [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=TAD/TC/WP\(2016\)3/PART2/FINAL&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=TAD/TC/WP(2016)3/PART2/FINAL&docLanguage=En) [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- _____(2013), "Perspectives on Global Development 2013 industrial policies in a changing world shifting up a Gear". [en línea] <https://www.oecd.org/dev/pgd/pgd2013.htm> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- OCDE/Naciones Unidas (NU) (2018a), "Production Transformation Policy Review of Chile: Reaping the Benefits of New Frontiers". OECD Development Pathways, OECD Publishing, París.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI, 2020), "Informe sobre el Desarrollo Industrial 2020. *La industrialización en la era digital*". Resumen. Viena.
- Padilla, R. (2014), "Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de política industrial". Libros de la CEPAL, (LC/G.2606-P), Santiago de Chile, CEPAL.
- Pérez, C. (2004), "Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las burbujas financieras y las épocas de bonanza". Ciudad de México, Siglo XXI.
- Pietrobelli C., Marin A., Olivari J., (2018), "Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America". *Resources Policy*, 58, 1-10.
- Poveda, B. R. (2021), "Políticas públicas para la agregación de valor e innovación del litio en Chile". Inédito, Santiago de Chile.
- _____(2020) "Estudio comparativo sobre los modos de gobernanza del cobre en Chile, Ecuador y Perú". En: M. León, C. Muñoz y J. Sánchez (eds.), "La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos". *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2020/124), Santiago de Chile.
- _____(2019) "Estudio de caso de la gobernanza del cobre en Chile". *Documentos de Proyectos* (LC/TS. 2019/48), Santiago de Chile.
- PROCHILE (2019), "Reporte de los Proveedores de la Minería Chilena 2019". https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Proveedores-Mineros_2019.pdf [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2019), "Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: *Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI*". Informe sobre Desarrollo Humano 2019, Nueva York, Estados Unidos.
- Ramírez, J. (2003), "Los nuevos desarrollos de la economía industrial y las justificaciones de la política industrial". *Economía industrial*, 354, 157-172.
- Ramírez, T. (2019) "Cluster Minero en el Sur Peruano: perspectivas en relación con el desarrollo regional", Grupo Propuesta Ciudadana, Arequipa, Perú.

- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana (RICYT, 2019), "El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos 2019", Buenos Aires, Argentina.
- Roskill (2018), "Copper Demand to 2035", First Edition [en línea] <https://roskill.com/market-report/copper-demand-to-2035/> [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Ruiz M., (2018), "Ecuador: fomento productivo e industrial bajo la Revolución Ciudadana, un ensayo en clave posneoliberal" *Estado & comunes, revista de políticas y problemas públicos*, 7(2), 155-177.
- Sánchez R. (2019), "La Bonanza de los recursos naturales para el desarrollo". Libros de la CEPAL, No. 157 (LC/PUB.2019/13-P), Santiago de Chile.
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT, 2016), "Informe de Rendición de Cuentas 2015", Quito [en línea] <https://educacioncienciabuenvivir.files.wordpress.com/2016/09/senescyt-informe-de-rendicic3b3n-de-cuentas-2015.pdf>. [fecha de consulta: agosto de 2020].
- Sikamo, J. & Mwanza, A. y Mweemba, C., (2016), "Copper mining in Zambia - history and future", *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 116(6), 491-496.
- Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE, 2018), "Fuerza laboral, minería del Perú 2018". Perú.
- Stiglitz, J., Lin J., Monga C., y Patel E., (2013), "Industrial Policy in the African Context", *Policy Research Working Paper*, No. 6633, World Bank, Washington, DC.
- Stirling, A. (2020), "The politics of uncertainty challenges of transformation". Routledge, Taylor & Francis Group.
- 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.
- Subirats, J. y otros, (2008), "Análisis y gestión de políticas públicas". Barcelona Ariel.
- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales (SUBREI, 2020) [en línea] <https://www.subrei.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/COMEX-de-Chile-enero-diciembre-2019.pdf> [fecha de consulta: agosto 2020].
- UNESCO, (2020), "How much does your country invest in R&D?", Institute for Statistics, [en línea] <http://uis.unesco.org/apps/visualisations/research-and-development-spending/> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- United States Geological Service (USGS, 2001, 2020, 2021), "Mineral commodity summaries". USGS.
- Viale, C. (2019), "Qué diversificación económica queremos en los países andinos? Análisis comparado de políticas de diversificación económica: reflexiones y nuevas propuestas". Natural Resource Governance Institute.
- Vicepresidencia de la República de Ecuador (2015), "Estrategia Nacional Para el Cambio de la Matriz Productiva, (ENCMP)", [en línea] <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2013/10/ENCMPweb.pdf> [fecha de consulta: septiembre de 2020].
- Warwick, K. (2013), "Beyond Industrial Policy: Emerging Issues and New Trends", OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 2, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/5k4869clwoxp-en>.

En este documento se comparan las políticas públicas de encadenamientos productivos y agregación de valor del cobre en Chile, el Ecuador y el Perú. El principal propósito es estudiar el proceso de gobernanza de la implementación de políticas públicas dirigidas a avanzar en los eslabones posteriores del procesamiento de recursos minerales, en particular en el caso del cobre.

La investigación tiene cuatro objetivos: analizar el contexto en que opera la industria del cobre y los encadenamientos de su cadena de valor; examinar el marco normativo e institucional y las políticas de agregación de valor al cobre; especificar a los actores, los recursos que movilizan para influir en el proceso de decisión y las interacciones que se producen, y, por último, identificar los desafíos de gobernanza y política pública.

Se espera que los resultados del estudio contribuyan a que los países promuevan enlaces positivos entre la actividad extractiva primario-exportadora y la innovación, el conocimiento y los encadenamientos productivos, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.