

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

**EFFECTOS DE LA ELECTROMOVILIDAD EN LA MINERÍA METÁLICA DE CHILE Y  
PERÚ**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGISTER EN GESTIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS**

**KARELYS YAMILETH ABARCA CADEVILLA**

**PROFESOR GUÍA:  
MAURICIO GASTÓN PEREIRA FLORES**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
GABRIEL JOSÉ CRUZ FERNÁNDEZ  
GUILLERMO GÁNDARA FIERRO**

SANTIAGO DE CHILE

2020

**RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE: Magíster en Gestión y Políticas Públicas.**

**POR:** Karelys Yamileth Abarca Cadevilla

**FECHA:** 2020

**PROFESOR GUIA:** Mauricio Gastón Pereira Flores

**EFFECTOS DE LA ELECTROMOVILIDAD EN LA MINERÍA METÁLICA DE CHILE Y PERÚ**

El principal desafío de la economía mundial es enfrentar el cambio climático y alcanzar sustentabilidad, a través de una transformación del modelo energético que sustituya energías fósiles por energías renovables. En ese contexto, la electromovilidad se ha convertido en una de las principales opciones de transporte para reducir el impacto ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero. Para la producción de autos eléctricos se requiere de algunos minerales críticos, como el cobre, el litio y el cobalto. En el caso del cobre, el incremento de la demanda puede significar una importante oportunidad de desarrollo económico en los países que son sus principales oferentes, como Chile y Perú, siempre que se logre desarrollar encadenamientos productivos lo suficientemente sólidos y estables con sectores de innovación y desarrollo.

La presente investigación analiza cómo el nuevo contexto de cambio climático y mayor electromovilidad puede afectar la demanda de cobre en Chile y Perú, cuantificando sus efectos sobre el crecimiento económico y las remuneraciones de los factores productivos a partir de cálculos sobre la estructura económica de las matrices insumo- producto nacionales y usando proyecciones sobre la futura participación de Chile y Perú en el mercado mundial de cobre por electromovilidad en el 2030; con el fin de dimensionar el *shock* de demanda del mineral sobre las estructuras económicas nacionales y poder realizar recomendaciones pertinentes.

En el mercado mundial se estima que la demanda de cobre en el largo plazo se siga expandiendo por un cambio en el patrón energético, siendo que la electromovilidad puede llegar a significar un 12% de la demanda del mineral al 2030, correspondiendo a Chile un 3,48% de ese porcentaje y a Perú un 1,32% de exportaciones por electromovilidad, lo que significa un *shock* de demanda de 251 millones de toneladas métricas adicionales para Chile y 36 millones de toneladas métricas adicionales para Perú. Se constata en la investigación, que los encadenamientos productivos de la minería de cobre con los sectores de innovación y desarrollo son bajos en los dos países, muy por debajo de la media nacional, además la actividad es no manufacturera de destino final en ambos casos, representando un sector estratégico para Chile y un sector en expansión en Perú.

Frente a esta estructura económica, un *shock* de demanda por electromovilidad tiene un efecto de crecimiento en la economía y de expansión de las remuneraciones de factores productivos, mayor en Chile que en Perú. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomiendan políticas públicas enfocadas en lograr crecimiento económico, profundizar los encadenamientos productivos con sectores de altos multiplicadores de producción, descarbonizar la matriz industrial, aumentar el costo de la contaminación ambiental y generar incentivos para el uso eficiente de recursos mineros, innovando en medios de transporte y modelo energético, además de profundizar las políticas de formación de capital humano, aprovechar las ventajas de una gestión adecuada de residuos y actividades de reciclaje, y tomar en cuenta el objetivo que se quiere potenciar, sea crecimiento económico, bienestar de los trabajadores o la generación de empleo, para establecer prioridades en el incentivo a la inversión, tanto nacional como extranjera.

## **DEDICATORIA**

Dedicada con todo mi amor a mi pequeña familia en Venezuela, a mi madre, Carmen Cadevilla, que siempre me apoya en todas mis decisiones de crecimiento profesional, a mi hermano, Yoel Abarca quien me ama, me apoya e inspira en todo lo que hago desde que era una pequeña niña, igual que lo hacía nuestro querido padre que nos cuida desde la eternidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente a mi madre y a mi hermano, por apoyarme en este gran reto de estudiar en el extranjero, a pesar de la difícil situación de Venezuela y los sacrificios económicos y emocionales que esta decisión representó para nuestra familia.

Quiero agradecer a mis amigas, Adelfa Paz y a Daissy Duarte, que fueron mi soporte emocional en los momentos más críticos de soledad y tristeza por estar lejos de casa, además de ser causantes de muchas de mis alegrías. También agradezco a mi amigo inseparable del magíster, Víctor Giovanni Andrés, por todos los buenos momentos compartidos y las infinitas horas de estudio juntos.

Dedico con especial cariño y agradecimiento este trabajo de investigación a mi profesor guía, Mauricio Pereira Flores, quien siempre me acompañó y me apoyó en el proceso de elaboración, con paciencia, exhaustividad y amabilidad, y a la profesora Sara Arancibia, por los conocimientos matemáticos de álgebra matricial y por el cariño que me brindó en este último año de mi vida.

Mil gracias a mis mejores amigos en Chile, a Marcelo Ramírez y Neida Colmenares, por toda la orientación y afecto que me han otorgado durante mi difícil vida de inmigrante.

Agradezco al profesor Guillermo Gándara del Tecnológico de Monterrey, por sus conocimientos de prospectiva y economía, además de su excelente trato durante mi estadía en el Tecnológico de Monterrey, donde obtuve valiosos aportes a mi formación profesional.

A todos los profesores del magíster y al personal de la Universidad de Chile, por su actitud conmigo, en cada momento que lo pude haber requerido.

A la profesora María Pía Martín y su equipo de profesores auxiliares, por sus asesorías, especialmente a Gabriel Cruz, por toda la ayuda y sugerencias ofrecidas, las cuales fueron de gran valor para culminar esta tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: Antecedentes y pregunta de investigación</b> .....	<b>11</b>
1.1 Pregunta, hipótesis de trabajo y estructura de la investigación .....	12
1.2 Estrategia de electromovilidad.....	14
1.3 Minería para un futuro bajo en carbono: oportunidades y amenazas para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe .....	16
1.4 Demanda mundial de minerales no energéticos críticos.....	17
1.5 El cobre como estrategia de desarrollo en Chile y Perú .....	18
<b>2. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>20</b>
2.1 Teoría de las ventajas comparativas .....	20
2.2 Teoría de las ventajas competitivas .....	21
2.3 Teoría de la complejidad económica .....	22
2.4 La maldición de los recursos naturales y el síndrome de la enfermedad holandesa.....	23
2.5 Teoría del Sistema Nacional de Innovación .....	24
<b>CAPÍTULO II. Marco metodológico</b> .....	<b>26</b>
2.1 Objetivos.....	26
Objetivo General .....	26
Objetivos Específicos.....	26
2.2 Metodología.....	26
2.2.1 Proyección de la demanda mundial de cobre .....	28
2.2.2 Uso de matrices insumo- producto .....	28
2.2.3 Utilidad explícita de las matrices insumo- producto .....	29
2.2.4 Medición de encadenamientos directos.....	30
2.2.5 Efectos directos sobre el valor agregado y el empleo .....	30
2.2.6 Análisis de multiplicadores y efectos indirectos .....	31
2.2.7 Ordenamiento sectorial según tipos de encadenamientos directos.....	32
2.2.8 Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves.....	32
2.2.9 Simulación del <i>shock</i> de demanda mundial de cobre.....	33
2.2.10 Transformación de las matrices insumo- producto de actividad producto a actividad- actividad .....	34
<b>CAPÍTULO III: Análisis del sector del cobre en Chile y Perú</b> .....	<b>36</b>
3.1 Análisis de indicadores macroeconómicos de las economías de Chile y Perú.....	36
3.1.1 Chile .....	36

3.1.2 Perú.....	38
3.2 Caracterización del sector de minería de cobre en Chile y Perú.....	39
3.2.1 Chile .....	39
3.2.2 Perú.....	41
3.3. Análisis de matrices insumo- producto para medir el grado de encadenamiento productivo del sector del cobre en Chile y Perú.....	42
3.3.1 Estructura y encadenamientos productivos directos de Chile. Análisis insumo- producto 2008-2013.....	42
3.3.2 Encadenamientos directos hacia atrás y hacia adelante. Chile, 2013.....	42
3.3.3 Encadenamientos productivos indirectos de Chile. Multiplicadores del producto y la demanda, matriz de Leontief 2013.....	45
3.3.4 Encadenamientos directos hacia atrás y hacia adelante. Perú 2017.....	46
3.3.5 Encadenamientos productivos indirectos de Perú. Multiplicadores del producto y la demanda , matriz de Leontief 2017.....	48
<b>CAPÍTULO IV: Demanda mundial de cobre. Producción de Chile y Perú. Escenarios de crecimiento de la demanda y producción, brecha oferta- demanda.....</b>	<b>49</b>
4.1 Producción mundial de cobre.....	49
4.2 Demanda mundial de cobre .....	49
4.3 Brecha oferta- demanda mundial de cobre. ....	51
4.4 Producción de cobre de Chile y Perú.....	52
4.5 Shock de demanda por electromovilidad en las economías de Chile y Perú.....	54
<b>Capítulo V: Evaluación de los efectos macro y micro de un shock de demanda de minerales ante la estructura económica existente en Chile y Perú.....</b>	<b>56</b>
5.1 Chile.....	56
5.2 Perú .....	59
<b>Capítulo VI: Recomendaciones de política pública para Chile y Perú .....</b>	<b>63</b>
6.1 Recomendaciones basadas en la simulación del shock y las estructuras de las economías analizadas.....	63
6.1.1 Chile .....	63
6.1.2 Perú.....	66
6.2 Recomendaciones basadas en las características del sector de minería de cobre en Chile y Perú .....	68
6.2.1 Chile .....	68
6.2.2 Perú.....	70
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fases de la investigación .....	13
Gráfico 2. Condiciones favorables para mecanismos eficientes de transmisión de desarrollo de la IED en economías emergentes .....	19
Gráfico 3. Proceso de investigación .....	27
Gráfico 4. Participación de la minería del cobre en el PIB de Chile .....	36
Gráfico 5. Participación de la minería del cobre en el total de exportaciones (en US\$) de Chile .....	37
Gráfico 6. Correlación entre el PIB real de Chile y el precio internacional del cobre en términos reales .....	37
Gráfico 7. Participación de la minería del cobre en el PIB de Perú .....	38
Gráfico 8. Participación de la minería del cobre en el total de exportaciones (en US\$) de Perú.. ..	38
Gráfico 9. Correlación entre el PIB real de Perú y el precio internacional del cobre en términos reales .....	39
Gráfico 10. Participación de Chile y Perú en la producción mundial de cobre.....	39
Gráfico 11. Producción anual de cobre en Chile (en miles de toneladas métricas) .....	40
Gráfico 12. Crecimiento de la producción anual de cobre en Chile (%).....	40
Gráfico 13. Participación de Chile y Perú en la producción mundial de cobre.....	41
Gráfico 14. Producción anual de cobre en Perú (en millones de toneladas métricas).....	41
Gráfico 15. Crecimiento anual de la producción de cobre en Perú 2008- 2017 (%).....	42

## TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Emisiones de dióxido de carbono por demanda final, generadas por la minería (%) .....	14
Tabla 2. Emisiones de CO2 generadas por el transporte (% del total de la quema de combustibles fósiles). 2014 .....	15
Tabla.3. Minerales críticos en la producción de transporte no contaminante .....	18
Tabla 4. Información disponible de matrices de Insumo-Producto.....	33
Tabla 5. Indicadores de encadenamientos hacia atrás y encadenamientos hacia adelante. Chile 2013 .....	43
Tabla 6. Encadenamientos hacia atrás y hacia adelante de la minería del cobre con sectores de innovación y desarrollo. Chile 2013.....	44
Tabla 7. Tipos de sectores por encadenamientos directos. Chile 2013 .....	45
Tabla 8. Multiplicadores de la producción y la demanda. Chile, 2013.....	45
Tabla 9. Indicadores de encadenamiento hacia atrás y encadenamientos hacia adelante. Perú 2017 .....	46
Tabla 10. Tipos de sectores por encadenamientos directos. Perú 2017 .....	47
Tabla 11. Multiplicadores de la producción y la demanda. Perú, 2017. ....	48
Tabla 12. Producción mundial de cobre 2018-2030. (En millones de TM) .....	49
Tabla 13. Expansión mundial de la demanda de cobre 2017-2030. Escenarios de crecimiento (En millones de TM) .....	50
Tabla 14. Brecha Oferta- Demanda 2018-2030. (En millones de TM).....	51
Tabla 15. Producción de cobre en Chile 2017-2030. Escenarios de crecimiento (En millones de TM).....	52
Tabla 16. Producción de cobre en Perú 2017-2030. (En millones de TM) .....	53
Tabla 17. Producción conjunta de cobre de Chile y Perú 2017-2030. (En millones de TM).....	54
Tabla 18. Tamaño del shock por electromovilidad, en términos de cantidades (Millones de TM) para Chile y Perú .....	54
Tabla 19. Ventajas comparativas y competitivas de los sectores económicos chilenos.....	56
Tabla 20. Premisas de la simulación del shock de demanda por electromovilidad sobre la economía chilena .....	57
Tabla 21. Resultados del shock de demanda provocado por la electromovilidad sobre el sector de cobre al 2030. MM de pesos a precios reales del 2013 .....	58
Tabla 22. Efecto sobre las remuneraciones a los factores productivos de la economía ante shock de demanda de cobre al 2030 (MM de pesos) .....	59
Tabla 23. Ventajas comparativas y competitivas de los sectores económicos peruanos .....	60
Tabla 24. Premisas de la simulación del shock de demanda por electromovilidad sobre la economía peruana .....	61
Tabla 25. Resultados del shock de demanda provocado por la electromovilidad sobre el sector de cobre de Perú al 2030. Millones de nuevos soles .....	61
Tabla 26. Efecto sobre las remuneraciones a los factores productivos de la economía ante shock de demanda de cobre al 2030 (Millones de nuevos soles) .....	62
Tabla 27. Sectores foco de acuerdo a distintos objetivos de política pública .....	64
Tabla 28. Sectores foco de acuerdo a distintos objetivos de política pública .....	67
Tabla 29. FODA sector minería de cobre. Chile .....	68
Tabla 30. FODA sector minería de cobre. Perú .....	70

## ANEXOS

Anexo 1 .....	79
Anexo 2 .....	80
Anexo 3 .....	80
Anexo 4 .....	82
Anexo 5 .....	82
Anexo 6 .....	83
Anexo 7 .....	83

## INTRODUCCIÓN

El principal desafío de la economía mundial es enfrentar el cambio climático y alcanzar la sustentabilidad a través de una transformación definitiva del modelo energético, pasando del uso de energías fósiles a las energías renovables en un plazo relativamente corto (no más allá del 2050). En ese contexto, la electromovilidad se ha convertido en una de las principales opciones para reducir el impacto ambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero, que son las principales causantes del cambio climático.

Para el desarrollo pleno de la electromovilidad se requieren de algunos minerales críticos, particularmente relevantes para la producción de autos eléctricos, como el cobre, el litio y el cobalto, entre otros. Actualmente, el mundo cuenta con un stock de 5,4 millones de automóviles eléctricos, pero en el 2030 se espera que alcance 220 millones de unidades de transporte (Cepal, 2019), por lo que obviamente se expandirá de manera significativa la demanda de minerales no energéticos críticos, en especial del cobre.

En una visión prospectiva<sup>1</sup>, el incremento de la demanda de estos minerales no energéticos críticos, especialmente el cobre, puede significar una importante oportunidad de desarrollo económico y de innovación en los países que son importantes oferentes de esta materia prima, como lo son Chile y Perú, siempre que logren desarrollar encadenamientos productivos lo suficientemente estables y sólidos como para garantizar el desarrollo sustentable.

De allí la importancia de conocer la estructuras económicas de estos sectores primarios y su vinculación con otros sectores conexos de las economías y verificar el grado de complejidad o profundidad del tejido industrial de esas relaciones, para evaluar la posible tendencia de comportamiento de los países analizados ante un *shock* de demanda de minerales críticos de los países que están ajustando de manera acelerada su patrón de electromovilidad.

En principio, existen dos escenarios posibles, que la expansión de minerales no energéticos como el cobre profundice el patrón de actividad extractiva rentista de los países productores, sin considerar el impacto ambiental generado y provocando efectos de enfermedad holandesa, o por el contrario, se incremente el grado de complejidad o de encadenamientos productivos de las economías analizadas, facilitando las condiciones para que prospere la inversión extranjera directa y la innovación con bajo impacto ambiental. A partir de los resultados obtenidos se realizan recomendaciones de política pública para producir resultados favorables y mitigar los riesgos.

Dadas estas condiciones, la investigación se plantea como pregunta principal cómo el nuevo contexto de cambio climático y de mayor electromovilidad puede influenciar sobre la demanda de minerales no energéticos críticos, como el cobre, en los países intensivos en su extracción (casos de Chile y Perú), observando cuáles serán sus efectos en el crecimiento y remuneraciones a los factores productivos a través de la estructura económica que se realiza a partir de cálculos sobre las matrices insumo- producto de los países.

---

<sup>1</sup> Prospectiva en esta investigación se define como una herramienta de construcción de una visión de largo plazo, de futuro, útil para potenciar el diseño estratégico de las políticas públicas, permitiendo una mejor gobernanza de los recursos disponibles y la anticipación ante futuros impactos. La prospectiva como disciplina se ocupa del futuro a través de la anticipación, la previsión, la acción, el conocimiento y el consenso, que permitan definir estrategias para enfrentar realidades complejas (Aceituno, 2014).

El objetivo principal de esta investigación consiste en medir y evaluar a través de la estructura de las matrices insumo- producto, los posibles efectos de un *shock* de demanda mundial de cobre generado por la electromovilidad sobre las economías de Chile y Perú, considerando los encadenamientos productivos y tejido industrial que poseen, así como la incidencia que puede provocar en el crecimiento y remuneraciones a los factores productivos, la expansión mundial de la demanda de cobre, todo con el fin de realizar recomendaciones de política pública para aprovechar las condiciones de la nueva realidad mundial.

La presente investigación dimensiona los riesgos y oportunidades que significan para las economías analizadas, los cambios en la demanda de cobre a partir de la transformación del modelo energético mundial y la electromovilidad, considerando la estructura productiva que poseen actualmente los países analizados. A partir de una comparación con la situación de línea base, se realizan recomendaciones de política pública, para mitigar los efectos negativos y potenciar las oportunidades de desarrollo.

La investigación se abordará de acuerdo a la siguiente lógica causal de capítulos: Capítulo 1: Antecedentes y pregunta de investigación. Capítulo II: Marco Metodológico. Capítulo III: Análisis del sector del cobre en Chile y Perú. Capítulo IV: Demanda mundial de cobre. Producción de Chile y Perú. Escenarios de crecimiento de la demanda y producción, brecha oferta- demanda. Capítulo V: Evaluación de los efectos macro y micro de un shock de demanda de minerales ante la estructura económica existente en los países. Capítulo VI: Recomendaciones de política pública para enfrentar los efectos que genera la electromovilidad en las economías en estudio y finalmente las conclusiones del estudio.

## CAPÍTULO I: Antecedentes y pregunta de investigación

En la actualidad el reto de las economías es lograr el desarrollo sostenible<sup>2</sup>, en un entorno mundial donde el modelo vigente de producción, consumo y uso de energía está provocando un cambio climático. Por lo tanto, el desarrollo de ideas innovadoras en materia de transporte, que transformen la estructura de consumo sin trastocar el objetivo de desarrollo económico, es vital para alcanzar la sustentabilidad, en un escenario poblacional expansivo de merma de recursos naturales con altos impactos ambientales (Lara y Tosi, 2018).

Las nuevas formas de transporte dependen del uso de minerales que son particularmente relevantes, como el litio, cobalto y cobre, entre otros (Fornillo, 2017). A estos minerales se les conoce también como dinamizadores del crecimiento económico, o materias primas críticas<sup>3</sup>, que apalancan la complejidad<sup>4</sup> o encadenamiento de las economías.

En el caso específico de las formas de transporte limpio o de bajo impacto ambiental, hay que tener en cuenta los cambios que se están generando en los patrones de producción de automóviles eléctricos, con mayores demandas de explotación de minerales críticos. Entre los datos más importantes de transporte limpio, sabemos que a fines de 2018, en el mundo circulaban aproximadamente 5,4 millones de vehículos eléctricos. No obstante, con políticas coherentes con las metas climáticas, el número de vehículos eléctricos debería alcanzar los 220 millones en el año 2030 (Cepal, 2019).

Por otra parte, la producción de baterías para dispositivos eléctricos muestra los siguientes patrones: a) Para el 2017 se incrementó la demanda de extracción global de litio y cobalto en 40% y 25%, respectivamente. b) Entre 2017 y 2025 la demanda de litio y de cobalto se multiplicará por 3 y por 1,6 respectivamente. c) Una fábrica de baterías representativa tiene una capacidad de producción de unidades que acumulan aproximadamente 8 GWh/año. Para el 2030 se proyecta que esta capacidad alcance los 35 GWh/año, con una sensible disminución de precios y aumentos de rendimiento (Cepal, 2019).

Mientras que del lado del cobre, debemos considerar que un vehículo convencional contiene alrededor de 22 kilogramos de cobre y uno eléctrico puede alcanzar los 83 kilogramos (Programa Nacional de Minería de Alta Ley, 2016), mientras un bus eléctrico puede demandar hasta 395 kilos de cobre, quedando claro que el cobre es una parte importante de esas materias primas críticas en el mercado mundial, por su alta participación en la estructura de un auto eléctrico.

---

<sup>2</sup> Se entiende por desarrollo sostenible el crecimiento y desarrollo económico no desvinculado de la búsqueda de minimizar el costo de oportunidad ambiental, lo que significa el despliegue de actividades económicas que garanticen la permanencia de los recursos en el tiempo. El origen del concepto está asociado a la preocupación creciente existente en la comunidad internacional al considerar el vínculo entre el desarrollo económico y social y sus efectos sobre el medio natural y los cambios generados en el planeta, que ponen en riesgo el equilibrio ambiental. La toma de conciencia a nivel mundial de la estrecha relación existente entre el desarrollo económico y el medio ambiente, tuvo su expresión en el marco de las Naciones Unidas con la creación por este organismo en el año 1983 de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente. En: *Desarrollo sostenible, conceptos básicos, alcances y criterios para su evaluación*. Unesco, 2017

<sup>3</sup> Para Sievers, Buijs y Tercero Espinoza (2012) son minerales no energéticos con una relativa alta importancia económica en el nuevo modelo energético de transporte eléctrico y sustitución de energías fósiles. En: *Materias críticas y complejidad económica en América Latina*.

<sup>4</sup> Para Hidalgo y Haussman (2009) la complejidad económica viene de la relación entre riqueza y desarrollo, que se manifiesta a través de la interacción entre un número creciente de actividades individuales que conforman la economía y generan redes de innovación capaces de generar productividad. En: *Materias críticas y complejidad económica en América Latina*.

Actualmente (2019) América Latina tiene un papel muy importante en la provisión de minerales metálicos, aportando el 15% de las reservas mundiales de cobre, 15% de las reservas de plomo, 25% de las reservas de estaño, 18% de bauxita, 23% de zinc, 32% de níquel, 25% de molibdeno, 37% de cobre, 32% de las reservas de plata, 11% de oro y 61% de litio<sup>5</sup>. Por otra parte, los tres países latinoamericanos que aportan el 37% de las reservas de cobre del mundo son: Chile (21%), Perú (10%) y México (6%). Cabe destacar, que Chile es el país con mayores reservas de litio en el mundo (48,2%)<sup>6</sup>.

En prospectiva<sup>7</sup>, el incremento de la demanda de estos minerales críticos, puede significar una importante oportunidad de desarrollo económico y de innovación en los países que son importantes oferentes de estas materias primas, como lo son Chile y de Perú, siempre que logren desarrollar ventajas competitivas (Buendía, 2013) y complejidad en las redes de innovación y producción y no se apoyen solamente en ventajas comparativas y simple extracción de recursos (Polanco, 2012).

En el caso particular del cobre, en esta investigación se utiliza como muestra Chile y Perú, que concentran el 31% de las reservas de cobre a nivel mundial (USGS Mineral commodity summaries, 2018). Por otra parte, Chile y Perú concentran el 39% de la producción mundial de cobre, lo que convierte a estos países en los principales proveedores de cobre en el mercado mundial (Cepal, 2019).

De allí la importancia de conocer la estructuras de encadenamiento productivo de estos sectores primarios con otros sectores conexos<sup>8</sup> de las economías y verificar el grado de complejidad o profundidad del tejido industrial de esas relaciones (Castañeda, 2018), para profundizar el análisis del comportamiento de los países en estudio ante un *shock* de demanda en minerales críticos de los países desarrollados (Araneda, Pedraja y Rodríguez, 2017).

En el caso que la expansión de la demanda mundial de minerales críticos para el desarrollo de la electromovilidad, genere una simple actividad extractiva o incremente el grado de complejidad o tejido industrial de las economías analizadas, usando la comparación de la respuesta de la estructura económica con una situación contrafactual, se realizan recomendaciones de política pública para producir resultados favorables.

## 1.1 Pregunta, hipótesis de trabajo y estructura de la investigación

Tomando en cuenta los antecedentes del problema, en esta investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo el nuevo contexto de cambio climático y de mayor electromovilidad puede influenciar sobre la demanda de minerales no energéticos críticos, como el cobre, en los países intensivos en su extracción como Chile y Perú, y cuáles serán sus efectos en el crecimiento y

---

<sup>5</sup> Datos provistos por José Luis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, en la charla taller: *Encadenamientos productivos y desarrollo sostenible*. 22 de julio de 2019. Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), sobre la base USGS Mineral commodity summaries 2018 y Cepal.

<sup>6</sup> José Luis Samaniego, Cepal

<sup>7</sup> De acuerdo a Ziemann, Grunwald, Schebek, Müller y Weil (2013) tanto los vehículos de gas natural, como los vehículos de celdas de combustibles, los híbridos eléctricos, los vehículos híbridos eléctricos de enchufe, como los vehículos completamente eléctricos y los motores eléctricos requieren cobre. Mientras los vehículos híbridos eléctricos de enchufe y los completamente eléctricos requieren además litio y cobalto. En: *Materias críticas y complejidad económica en América Latina*.

<sup>8</sup> Se entiende por encadenamiento productivo la interacción entre sectores productivos y empresas para la obtención de factores que les permitan operar y ser competitivos en un entorno de mercado.

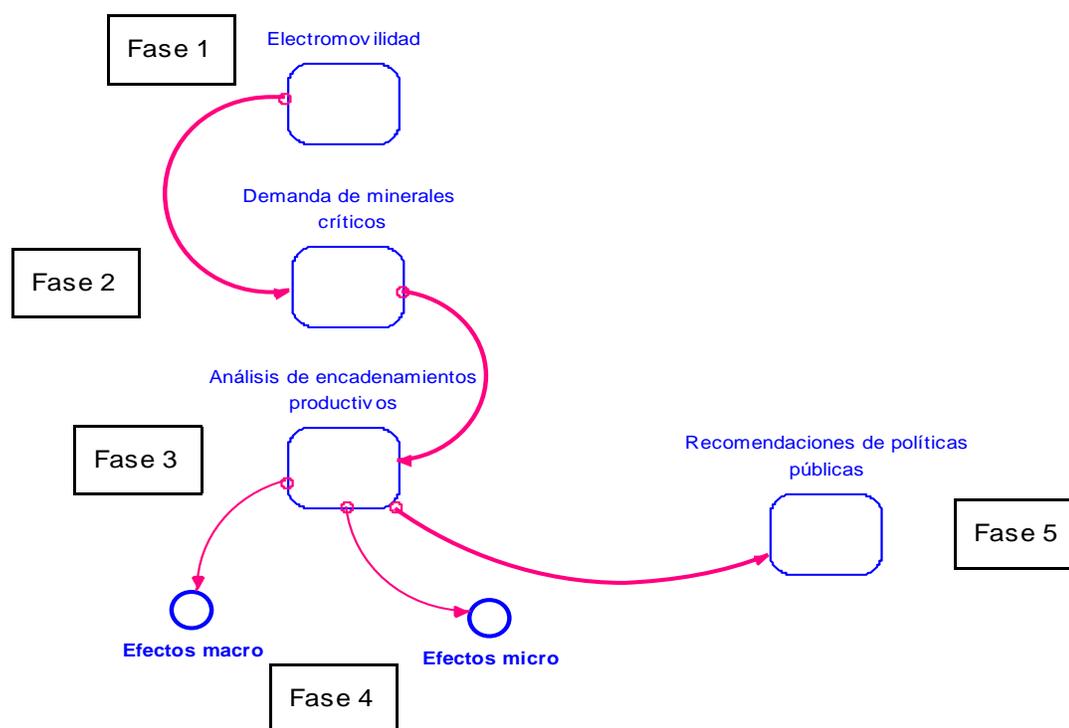
remuneraciones de factores, a través de la estructura productiva de los mismos en distintos escenarios de expansión de la demanda por exportaciones?.

**La hipótesis de trabajo es que las economías en estudio poseen encadenamientos productivos bajos entre la minería y los sectores de innovación y generación de valor agregado, por lo tanto estos países se benefician principalmente de las rentas que genera la extracción y no de los encadenamientos con sectores industriales.** Por lo tanto, los países analizados están contribuyendo a la descarbonización de la matriz productiva de los países desarrollados, pero no a la descarbonización de sus propias matrices de producción.

La investigación se aborda de acuerdo a la siguiente lógica causal de fases: Fase 1: Análisis de la electromovilidad. Fase 2: Evaluación de la expansión de demanda de minerales críticos y el papel de Chile y Perú en el mercado mundial. Fase 3: Evaluación de los encadenamientos productivos. Fase 4: Evaluación de los efectos macro y micro de un *shock* de demanda de minerales ante la estructura económica existente en los países. Fase 5: Gestión integral de propuestas de políticas públicas para mitigar los riesgos de no corregir desviaciones estructurales que generan rezagos en las economías. De acuerdo a esas fases, se estructura el marco teórico y conceptual de la tesis.

Las fases de la investigación pueden visualizarse en el siguiente gráfico de elaboración propia:

**Gráfico 1. Fases de la investigación**



Fuente: Elaboración propia en IThink

## 1.2 Estrategia de electromovilidad

El cambio en el modelo energético tradicional de energías fósiles, hacia un modelo de movilidad de medios de transporte que funcionen con energías renovables, como los autos eléctricos, supone un compromiso de los países para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, provocando una mayor demanda de insumos y materias primas provenientes de la minería no energética y metálica, para la fabricación del nuevo modelo de transporte.

De acuerdo a datos de la OCDE (Global EV, Outlook 2018) las ventas de autos eléctricos nuevos en todo el mundo superaron un millón de unidades en 2017, un volumen récord. Este valor representa un crecimiento en las ventas de autos eléctricos nuevos del 54% en comparación con 2016. Los autos eléctricos representaron un incremento del 39% en las ventas de automóviles nuevos en el 2017 en Noruega, la economía con mayor demanda de estos vehículos. Cabe destacar, que más de la mitad de las ventas mundiales de automóviles eléctricos se realizaron en la República Popular de China.

El gran reto del uso de vehículos eléctricos consiste en disponer suficientes cargadores accesibles a los usuarios y desarrollar baterías de larga duración y de bajo costo. Hasta ahora las baterías más eficientes han resultado ser las de ion litio. El impresionante progreso realizado en los últimos años para mejorar el rendimiento de este tipo de batería y la reducción de costos permitió el uso de baterías de ión de litio en el sector automotriz, lo que está abriendo oportunidades para los países proveedores de minerales que se usan en la fabricación de vehículos eléctricos (Global EV, Outlook 2018).

Los vehículos eléctricos representan para todos los países, proveedores o no de minerales no energéticos críticos, una oportunidad eficiente de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero y contribuir a mitigar el cambio climático, apalancando el objetivo global de desarrollo sostenible. Se espera que en el 2030 circulen en el mundo 220 millones de automóviles eléctricos (Cepal, 2019).

En el siguiente cuadro puede observarse el porcentaje de emisiones de dióxido de carbono que produce la minería en algunos países de la OCDE y de América Latina sobre la demanda final, entre países desarrollados y países de América Latina (especialmente Chile y Perú):

**Tabla 1. Emisiones de dióxido de carbono por demanda final, generadas por la minería (%)**

Países	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio	TAA
Mundo	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	1,1%
OCDE	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	0,7	0,8	0,8	1,0	0,9	0,0%
Estados Unidos	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	2,3%
Alemania	0,8	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	-2,8%
Japón	1,3	1,1	1,3	1,0	1,3	1,8	1,7	1,3	1,1	1,4	1,9	1,4	3,9%
México	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,0%
Costa Rica	1,9	3,8	2,0	1,8	1,9	2,5	1,9	1,4	1,5	1,5	2,3	2,0	1,9%
Colombia	1,1	1,4	1,3	1,1	1,0	1,2	1,1	0,8	0,9	0,9	1,2	1,1	0,9%
Chile	32,0	29,7	31,4	26,9	31,1	30,4	30,1	21,3	30,1	30,9	33,7	29,8	0,5%
Perú	1,6	2,2	1,8	2,0	1,8	1,3	1,4	0,9	1,3	0,9	0,9	1,5	-5,6%

Fuente: OCDE, Elaboración propia  
TAA: Tasa anual acumulada

En promedio mundial en el período 2005- 2015, la minería en el mundo y en la OCDE<sup>9</sup> genera el 1% de dióxido de carbono por demanda final de las economías, mientras que Chile produce en promedio aproximadamente 30% de las emisiones de dióxido de carbono de la demanda final de la economía a partir de la actividad minera. Cabe destacar, que la actividad minera en Estados Unidos, Alemania y México generan un porcentaje promedio de emisiones por debajo del promedio del mundo y de la OCDE, mientras Japón, Costa Rica, Colombia, Chile y Perú lo hacen por encima del valor promedio mundial.

De acuerdo a los datos de la OCDE<sup>10</sup> sobre las emisiones de dióxido de carbono incorporadas en las matrices de producción de sus países miembros, Chile genera 57,1 millones de toneladas al año, mientras Perú 0,5 millones de toneladas al año, lo que significa que Chile posee una matriz energética más contaminante que la de Perú, a pesar que ambos países son mineros.

En el siguiente cuadro, se observa el porcentaje de emisiones CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) originadas por el transporte que se mueve con combustibles fósiles, en los mismos países de la muestra de la fuente OCDE, pero al 2014:

**Tabla 2. Emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte (% del total de la quema de combustibles fósiles). 2014**

Países	2014
Mundo	20,4
OCDE	28,9
Estados Unidos	33,4
Alemania	21,4
Japón	17,5
México	35,1
Costa Rica	68,6
Colombia	41,2
Chile	31,1
Perú	40,3

Fuente: Banco Mundial, Elaboración propia

Como revelan los números del Banco Mundial, todos los países latinoamericanos de la muestra, especialmente Costa Rica y Colombia tienen un alto porcentaje de emisiones de dióxido de carbono generado por el transporte que se mueve con energías fósiles, significativamente por encima de la media mundial. No obstante, Chile y Perú también muestran una emisión alta de este tipo de gases de efecto invernadero, lo que combinado con el impacto ambiental que en el caso de Chile ya provoca la minería, genera una alerta de la importancia de cambiar la flota de transporte de los países analizados, por opciones de electromovilidad. Esto significa que Chile y

<sup>9</sup> OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo, siendo los países miembros 34, entre los cuales se encuentran: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Corea del Sur, Latvia, Lituania, Luxemburgo, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos.

<sup>10</sup> Los datos de la OCDE aparecen en el portal: <https://stats.oecd.org>

Perú no sólo serán proveedores importantes de materias primas para la fabricación de autos eléctricos, sino que también deberán convertirse en demandantes de los mismos.

### **1.3 Minería para un futuro bajo en carbono: oportunidades y amenazas para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe**

América Latina y el Caribe es una región que ha basado su crecimiento económico en gran medida en la explotación de los recursos naturales, especialmente países como Bolivia (con yacimientos de zinc, estaño y plata), Colombia (con carbón y oro), Chile (cobre) y Perú (que posee cobre, oro, plata, litio, uranio), han crecido basados en su dotación de recursos minerales. Sin embargo, los beneficios de esta dotación natural de recursos no ha sido aprovechada eficientemente por los países latinoamericanos para aumentar el grado de encadenamiento productivo de los sectores primarios con los sectores industriales de alto valor agregado (Cepal, 2019), por lo que estas economías siguen siendo muy vulnerables a los *shocks* externos del mercado mundial.

Actualmente los países andinos, en especial los de este estudio, tienen la oportunidad de gestionar e invertir las rentas provenientes de la minería, con el fin de lograr el crecimiento de largo plazo, con bajo impacto ambiental. Cabe destacar que la creciente demanda de minerales críticos impone una transformación estructural en el actual modelo energético basado en energías fósiles. El gran reto se trata en primer lugar, de desarrollar una minería inteligente<sup>11</sup> que sea baja en carbono y esté enmarcada en el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con el Acuerdo de París<sup>12</sup> sobre el cambio climático. De acuerdo al Banco Mundial, si los países no toman acciones pertinentes para evitar los impactos negativos del cambio climático, para el 2030, cerca de 100 millones de personas serán desplazadas hacia la pobreza.

La generación de soluciones para reducir las emisiones de carbono, implica el incremento de minerales necesarios para producir formas de transporte limpio (reducción de gases de efecto invernadero), con el objeto de lograr el crecimiento verde<sup>13</sup>, a través del fomento de la electromovilidad. El uso de energías renovables y los cambios tecnológicos necesarios para alcanzar una minería verde (de bajo impacto ambiental) requiere de nuevas capacidades técnicas.

El crecimiento verde en América Latina requiere el uso de energías renovables, el cambio en la movilidad, especialmente la urbana, la bioeconomía y el manejo de residuos, como acciones que deben ir acompañadas de un cambio sustancial en los patrones de consumo. La oportunidad surge de la necesidad de generar una oferta de baterías para autos eléctricos y la oportunidad del sector

---

<sup>11</sup> Se entiende por *minería inteligente* un tipo de minería de bajo impacto ambiental, una actividad económica que busca aprovechar las ventajas que este sector posee en el mercado mundial, sin generar costos de oportunidad a la sociedad en temas de cambio climático. Este concepto fue utilizado por primera vez por el Banco Mundial. En suma, una minería inteligente con respecto al clima se basa en la integración del desarrollo de los minerales y metales con la capacidad de respuesta al cambio climático.

<sup>12</sup> En el acuerdo de París en el 2015, 195 países acordaron reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la mitigación, adaptación y resiliencia, para evitar incrementar la temperatura en dos grados centígrados al 2050.

<sup>13</sup> *Crecimiento verde* significa fomentar el crecimiento y desarrollo económico, y al mismo tiempo asegurar que los bienes naturales continúen proporcionando los recursos y los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar. Para lograrlo, debe catalizar inversión e innovación que apunten al crecimiento sostenido y abran paso a nuevas oportunidades económicas. En: OCDE, *Hacia el crecimiento verde*, 2011.

minero para contribuir como actor fundamental en el alargue de las cadenas de valor bajo el condicionante del cambio climático (Cepal, 2019).

América Latina y el Caribe es la región que menos emite gases de efecto invernadero a nivel mundial, con la excepción de algunos países (entre ellos Chile) y además cuenta con una alta participación y potencial de energías renovables (Cepal, 2019). No obstante, el no aprovechar al máximo sus oportunidades de desarrollar minería de forma inteligente, tiene un impacto en términos de crecimiento y desarrollo, un alto costo de oportunidad en el bienestar de las sociedades, que las mantienen rezagadas respecto a su potencial de crecimiento.

De acuerdo a la OCDE (2011), las estrategias de crecimiento verde implican cambiar el patrón de consumo energético y crecimiento económico, los hábitos de consumo, la tecnología, incluso la infraestructura de las ciudades. El uso y la gestión eficientes de los recursos constituyen la meta central de la política económica, y de muchas intervenciones fiscales y normativas.

Las políticas públicas deben enfocarse en lograr el crecimiento económico y proteger el capital natural (políticas fiscales y promotoras de la eficiencia y competencia en los mercados), políticas que aumenten el costo de la contaminación ambiental y que generen incentivos para el uso eficiente de recursos naturales, políticas de innovación en la optimización de uso de bienes naturales e incluso políticas de formación de capital humano, para aprovechar las ventajas de gestión de residuos y acciones de reciclaje. La minería inteligente se centra en este tipo de políticas públicas, que potencien la electromovilidad, sin descuidar el macro- objetivo de desarrollo sostenible.

#### **1.4 Demanda mundial de minerales no energéticos críticos**

De acuerdo a Lara, Tosi y Altimiras (2017, pág 16) existen recursos minerales capaces de inyectar dinamismo al crecimiento económico mundial, con base a tecnologías sostenibles, se les conoce como materias primas críticas o minerales no energéticos críticos, escasos y de riesgosa provisión, que están resultando ser fundamentales para el funcionamiento de los medios de transporte de las economías más industrializadas.

Para Hidalgo y Hausman (2009), la diferencia entre las economías avanzadas y las que se encuentran en la curva de aprendizaje tecnológico, se debe a la complejidad económica<sup>14</sup> o el grado de encadenamiento productivo entre los sectores económicos primarios y los sectores industriales.

De acuerdo a algunos autores (Busch, Steinberger, Dawson, Purnell & Roelich, 2014; Du & Graedel, 2013; Hensel, 2011; Massari & Ruberti, 2013), los principales usos que actualmente se hace de los minerales no energéticos críticos o materias primas críticas tienen que ver con las altas tecnologías, como celdas de combustibles, pantallas de teléfonos móviles, baterías de alta capacidad de almacenamiento, diodos emisores de luz (LED), tecnologías bajas en carbono, fibra óptica, circuitos integrados, discos duros, paneles fotovoltaicos, láseres, aleaciones de metalurgia

---

<sup>14</sup> Ésta se expresa en la composición de la productividad del país y refleja las estructuras de mantener y combinar el conocimiento en redes. Estos autores señalan que las economías complejas tienen enormes cantidades de capacidades relevantes juntas, a través de amplias redes de personas, para generar una diversa mezcla de productos intensivos en conocimiento; en contraste, las economías simples tienen una estrecha base de capacidades productivas, lo que las lleva a producir bienes simples con bajas interacciones en red. Como un proxy de este concepto, en esta investigación usaremos el término “encadenamiento productivo” de la teoría de matrices de insumo- producto, para referirnos al grado de relaciones en el tejido industrial o productivo.

avanzada, catalizadores para automóviles eléctricos, motores eléctricos, aplicaciones médicas y aeroespaciales, entre otros.

De acuerdo a Ziemann, Grundwald, Shebek, Müller y Back (2013), éstos son los elementos más importantes en la producción de transporte de baja emisión contaminante:

**Tabla.3. Minerales críticos en la producción de transporte no contaminante**

Tecnologías	Cobre	Cobalto	Plomo	Litio	Manganeso
Vehículos de gas natural	X		X		
Vehículos de celda de combustible	X		X		
Vehículo híbrido eléctrico	X				
Vehículo híbrido eléctrico de enchufe	X	X		X	X
Vehículo eléctrico completo	X	X		X	X
Motor eléctrico	X				

Fuente: Lara, Tosi y Altimiras. *Materias primas críticas y complejidad económica en América Latina*

Como puede observarse en el cuadro, cualquier tipo de vehículo o transporte de baja emisión contaminante, sea cual sea su naturaleza, utiliza cobre en su fabricación (Lara, Tosi 2018).

De acuerdo a Köhler, Bakker y Peck (2013), los factores que hacen crecer la demanda de minerales no energéticos críticos son, principalmente: al crecimiento de las economías emergentes, incremento de la competencia en el mercado mundial, alta tasa de rotación de los productos por velocidad de innovación experimental y falta de infraestructura de reciclaje para los metales tecnológicos.

La pregunta medular sobre cuáles metales experimentarán fuertes aumentos en la demanda no tiene una respuesta clara, ya que las formas en que aumentará la demanda de metales depende del equilibrio entre la energía eólica y solar, o el equilibrio entre la energía eólica en tierra y en alta mar, la elección entre diferentes tipos de células fotovoltaicas solares, y la medida en que los vehículos se vuelvan híbridos, totalmente eléctricos y qué tipos de baterías dominen (Worldbank Group, junio 2017).

### 1.5 El cobre como estrategia de desarrollo en Chile y Perú

Como parte de los avances de esta investigación, se propone evaluar la potencialidad del cobre como una palanca de desarrollo en Chile y Perú, lo que significa analizar previamente la estructura productiva de los dos países.

De acuerdo a Meller y Gana (2015), el cobre ha impactado a la economía chilena a través de tres variables macroeconómicas: la Balanza de Pagos, los ingresos fiscales y la tasa de crecimiento, sin embargo no es suficiente, es necesario que el cobre se vincule con la innovación tecnológica y la economía apunte al crecimiento y desarrollo sustentable, para que consolide los encadenamientos productivos.

El cobre representa la actividad económica más importante de Chile (Clerc, 2013), pues posee aproximadamente 30% del capital físico del país y la productividad laboral del sector es 4, 6 y 12

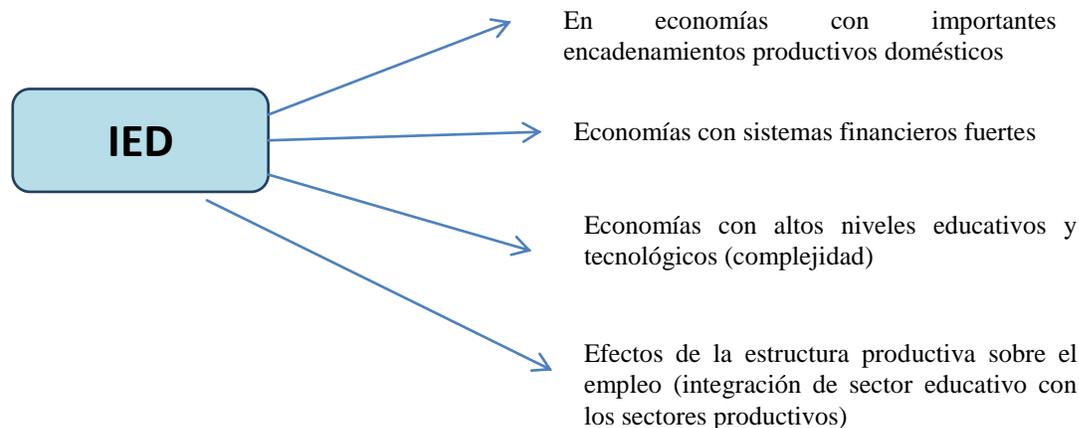
veces más grandes que la productividad laboral de los sectores financieros, industrial y comercio, siendo la actividad económica que mayores ingresos fiscales y divisas produce (aproximadamente 55% de las exportaciones).

Sin embargo, para Meller existe una “gran paradoja” (Meller, 2013), porque Chile es un país que posee ventajas comparativas en la producción de cobre, pero no ha logrado desarrollar suficientemente ventajas competitivas, que le permitan crear valor e innovación a partir del mineral.

Para el 2015, Chile representaba el 30% de la producción del mineral a nivel mundial<sup>15</sup>. A juicio de Meller y Gana (2015), los factores que pueden potenciar que el cobre se convierta en una palanca de innovación tecnológica son la transferencia tecnológica, la generación de capacidad innovadora y la inserción en las cadenas globales de valor.

La transferencia tecnológica depende de incrementar la inversión extranjera directa y el comercio internacional (a través de las importaciones de bienes de capital, principalmente). De acuerdo a la OCDE, la inversión extranjera directa puede generar un mayor dinamismo en el desarrollo de los países, a través de mecanismos de transmisión que serán más favorables o no, de acuerdo a la existencia de algunas condiciones previas, que pueden identificarse en el gráfico 2:

### Gráfico 2. Condiciones favorables para mecanismos eficientes de transmisión de desarrollo de la IED en economías emergentes



Fuente: OCDE, 2015. Elaboración propia

Por otra parte, la generación de capacidad innovadora e inserción en las cadenas globales de valor depende de la existencia de clusters mineros, de la existencia de un Sistema Nacional de Innovación, mayor gasto presupuestario en inversión y desarrollo y la existencia de políticas públicas de innovación con visión de largo plazo.

<sup>15</sup> De acuerdo a la fuente USGS Mineral Commodities Summaries, 2015

En el caso de Perú, la producción de cobre se incrementó significativamente en el año 2017<sup>16</sup>. La minería representa el segundo sector más importante en la economía, siendo Perú el segundo productor de cobre del mundo, ubicándose en tercer lugar de reservas de cobre a nivel mundial (Anuario Minero, 2017). La actual política de promoción minera al 2021 espera hacer viables al menos el 30% de los proyectos de la cartera de inversión y lograr una producción de alrededor de 3 millones de toneladas métricas finas de cobre.

El cobre es el principal rubro de exportación minera de Perú, representando el 31% de participación del monto total exportado, siendo el oro el segundo rubro de exportación (con una participación de 18%) y en tercer lugar está el zinc (5% de participación en el total de exportaciones), de tal manera que los tres minerales representan más del 50% de las exportaciones peruanas. Entre las ventajas competitivas que ofrece Perú para invertir en la minería, específicamente de cobre, están los bajos costos de operación y energía, la estabilidad macroeconómica, el nivel de innovación de los proveedores locales y los esfuerzos gubernamentales para fortalecer los encadenamientos productivos (Anuario Minero, 2017).

Sin embargo, no existen en Perú políticas de innovación directamente asociadas a esta actividad económica, lo que coloca en riesgo a la economía peruana de no aprovechar la minería como palanca de desarrollo sostenible. De allí la importancia de analizar bien la estructura de la economía peruana y sus encadenamientos, para recomendar las políticas públicas pertinentes, especialmente en un entorno donde la minería se encuentra directamente bajo el control de las empresas privadas.

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

Para entender las condiciones en las que se encuentran los países en estudio, se abordan algunas teorías que permiten definir términos útiles a la hora de analizar el impacto de la expansión de la demanda de minerales no energéticos críticos y los aspectos que se explora en las fases 2, 3, 4 y 5 de la investigación (Ver gráfico 1). Entre las principales teorías abordadas, se encuentra la teoría de las ventajas comparativas, la teoría de las ventajas competitivas, la teoría de la complejidad económica, la teoría del sistema nacional de innovación, la maldición de los recursos y el síndrome de la enfermedad holandesa.

### **2.1 Teoría de las ventajas comparativas**

El liberalismo económico se basa en la idea de la obtención de ganancias y expansión de la riqueza económica a través del comercio internacional. De hecho, desde la publicación de la Riqueza de las Naciones de Adam Smith (1776), el estudio de las ventajas del comercio puso en acción a la mano invisible del mercado (Pérez, 2006). No obstante, Smith habla de ventajas absolutas de las economías para generar riqueza económica, pero David Ricardo introduce el concepto de ventajas comparativas.

---

<sup>16</sup> 2,5 millones de toneladas métricas. Las exportaciones peruanas de cobre en 2017 superaron los US\$ 13,700 millones, lo que representó un crecimiento de 36% con respecto al 2016, como resultado de un incremento conjunto del volumen exportado (7,2%) y de la cotización del mineral (27%). Las exportaciones de cobre representaron el 31% de las exportaciones totales del país, que superaron los US\$ 44,000 millones. Cifras del Ministerio de Economía y Finanzas de Perú.

David Ricardo considera recomendable el comercio internacional, así un país no tenga ventajas absolutas<sup>17</sup>. Lo más importante en la propuesta ricardiana al problema del país que no tiene ventajas absolutas, es la comparación de los precios relativos de producción. En la explicación usual de estas ventajas se utiliza un modelo simplificado, con dos países y dos bienes.

El país donde el precio relativo de un bien es más bajo tiene una ventaja comparativa en su producción. En condiciones de libre comercio ese país buscará exportar ese bien y buscará convertirse en importador del otro bien, que produce a precios relativos más caros, especializándose en la producción del bien en el que tiene ventaja comparativa, es decir, destinará una proporción mayor de sus recursos productivos a determinados sectores que en comparación a otros países, se benefician de costos de producción más bajos, bien sea por dotación de factores productivos o dotación de recursos.

En Chile y Perú se han desarrollado ventajas comparativas en los sectores de minería y producción de bienes primarios, lo que significa en la práctica que estas economías importan bienes industriales de alto valor agregado y exportan principalmente bienes de escasa transformación, lo que produce un desbalance en la creación de valor y ralentiza el crecimiento y potencialidad de desarrollo económico.

La existencia de ventajas comparativas en los sectores de minería convierte a muchos países latinoamericanos en vulnerables ante *shocks* externos. En esta investigación se analiza en términos generales el tipo de ventaja que posee la estructura productiva de los países analizados, con el fin de hacer las recomendaciones de política pública que sean pertinentes al estado actual de las economías.

## 2.2 Teoría de las ventajas competitivas

De acuerdo a la definición de Michel Porter, se entiende por ventajas competitivas de las naciones, a las capacidades que tienen las economías para crear fuentes de productividad creciente, a partir de la innovación, el dinamismo y un entorno propicio al desarrollo de la competitividad, a partir de unos factores determinantes que crean y mantienen esas ventajas competitivas: las condiciones de los factores, las condiciones de la demanda, los sectores afines y la estrategia, estructura y rivalidad de las empresas<sup>18</sup> (Buendía, 2013, página 61).

Desde el enfoque de Porter, una empresa o país es competitivo si es capaz de utilizar eficientemente sus recursos y alcanzar alta productividad, haciendo crecer el bienestar de los ciudadanos y manteniendo la ventaja competitiva a través de la innovación. Desde esta perspectiva, estar dotados de fuentes de recursos naturales, no significa de ningún modo una ventaja competitiva, si esta dotación no puede aprovecharse plenamente en el proceso de generación de valor agregado en la economía. De acuerdo al Foro Económico Mundial (WEF,

---

<sup>17</sup> Las ventajas absolutas se basan en la idea de Smith de la especialización. Entre dos bienes iguales, lo racional es comprar el que se produce más barato. El principio de especialización se basa en costos y beneficios absolutos.

<sup>18</sup> Estos factores de competitividad constituyen el modelo de Diamante de Porter, donde las condiciones de los factores se refieren a la existencia de factores productivos especializados (capital humano, infraestructura de capital). Por otra parte, las condiciones de la demanda se deben a la existencia de compradores informados y exigentes en el mercado interno; mientras los sectores afines se refiere a la existencia de proveedores nacionales competitivos internacionalmente, existencia de encadenamientos productivos hacia atrás y hacia adelante y conexión de los sectores económicos con sectores de innovación y desarrollo. Mientras la estrategia, estructura y rivalidad de las empresas es fundamental para el desarrollo de la competitividad o ventaja competitiva, porque existen formas administrativas coherentes y condiciones de mercado en competencia.

2010) la ventaja competitiva es el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan la productividad de un país.

El Estado no tiene como fin directo crear la ventaja competitiva, de hecho la ventaja competitiva la crean las empresas, pero el Estado sí debe velar que se cumplan las condiciones de entorno que fortalezcan los factores determinantes de la competitividad a través de la política pública. Las políticas públicas que se apliquen para apalancar la productividad y competitividad deben ser proclives a mantener y fortalecer la economía de mercado, suministrar el marco institucional adecuado (reglas del juego) y garantizar la transparencia y corrección de fallas de información imperfecta.

A partir del análisis que se realiza en la fase 2 y fase 3, se puede deducir qué tipo de ventajas muestran los países en estudio, si principalmente ventajas comparativas o algún grado de competitividad observable en los sectores proveedores de materias primas y en los encadenamientos directos e indirectos de las estructuras productivas.

### **2.3 Teoría de la complejidad económica**

Para abordar el análisis de la fase 3 y 4 de la investigación, es importante considerar el grado de complejidad o encadenamientos productivos que tiene cada economía, para dimensionar los efectos de un *shock* externo como el incremento en la demanda del cobre. De allí la importancia de incluir en la investigación categorías de la teoría de la complejidad económica.

La evidencia empírica del mercado mundial nos muestra que existen economías no especializadas que tienen éxito en el comercio a través de la obtención de rentas, sin embargo, el desarrollo económico y dinamismo de un país dependen del grado de correlación entre la diversificación de su estructura productiva (Bustos, 2012).

De acuerdo a Hidalgo y Hausman (2014), el concepto de complejidad económica se basa en la relación existente entre riqueza económica<sup>19</sup> y desarrollo económico<sup>20</sup>, tal que existen interacciones entre un número creciente de actividades individuales que conforman el sistema productivo, de manera que la productividad de un país depende de la fortaleza y profundidad de esas interacciones.

La complejidad económica se puede medir por la diversidad de capacidades productivas existentes en un país y sus interacciones en red (Lara, Tosi, Altimiras, 2018). Hausman (2014) la expresa como la forma como se compone la productividad del país, reflejando la estructura de mantener y combinar el conocimiento en forma de redes, de tal como que las economías complejas tienen un volumen creciente de capacidades importantes juntas, a través de redes de personas, para agregar valor o producir bienes o productos intensivos en conocimiento, mientras las economías simples tienen una limitada interacción de capacidades productivas, los que los lleva a producir bienes y servicios de baja interacción en red.

---

<sup>19</sup> En este contexto se entiende como la capacidad de agregar valor en los procesos productivos, transformando recursos en bienestar material creciente.

<sup>20</sup> Puede entenderse como una condición dinámica que exige la mejora constante del bienestar material y la calidad de vida de los ciudadanos de un país o espacio territorial delimitado.

Como proxy de medición de complejidad económica, en esta investigación se usa el modelo de análisis de matrices insumo- producto en la fase 3 de la investigación, que permite evaluar y cuantificar las interacciones entre sectores económicos de un país (especialmente sectores asociados a la minería con el resto de los sectores de las economías en estudio), además de analizar su evolución en el tiempo y medir la capacidad de respuesta interna de los países a *shocks* externos de demanda.

## 2.4 La maldición de los recursos naturales y el síndrome de la enfermedad holandesa

Uno de los enfoques más utilizados en las economías en vías de desarrollo y cuya comprensión resulta muy útil para abordar la cuarta fase de la investigación (efectos macros y micros) de una expansión de la demanda mundial de minerales críticos, es el de la maldición de los recursos naturales, siendo que se presume que la abundancia de ellos provoca que los países tengan bajas tasas de crecimiento.

A fines de los años 70 del siglo XX se observó que las economías petroleras comenzaron a ralentizar sus tasas de crecimiento. Este fenómeno capturó la atención de algunos investigadores como Auty, Sachs, Ross, que se refieren a una relación negativa que existe entre la dotación de recursos naturales y el crecimiento económico (conocida como la *maldición de los recursos naturales*), lo que implica que los países ricos en recursos naturales experimenten tasas de crecimiento más bajas que los países pobres en recursos naturales (Rodríguez y Gómez, 2014).

No obstante, la evidencia empírica contradice esta hipótesis de la maldición de los recursos naturales, pues existen países con abundancia de recursos naturales, como Estados Unidos, que aprovechan esa condición para incrementar su influencia económica en el mercado mundial<sup>21</sup>. La maldición de los recursos naturales depende más de otras condiciones como la efectividad de las instituciones, el grado de dependencia a las rentas, la diversificación de las economías, vulnerabilidad a la volatilidad de los *commodities*<sup>22</sup> (Stiglitz, 2005).

Los países latinoamericanos que están dotados de recursos minerales críticos y que tienen potencialidades de desarrollo en el nuevo modelo energético de electromovilidad, no deben excusarse en la perspectiva de la maldición de recursos naturales, pues ésta ha sido una hipótesis no validada por la evidencia en datos reales.

Por otra parte, desde el enfoque de la enfermedad holandesa, la irrupción o el shock generado por un sector productivo primario vinculado a exportaciones, puede provocar que se reduzca la producción de bienes “transables internacionalmente” de otros sectores económicos que generan mayor valor agregado, pero que reciben menos divisas (Sachs, 2001).

El nombre de síndrome holandés o enfermedad holandesa fue mencionado por primera vez en la revista *The Economist* en 1977, que comentó el efecto adverso del descubrimiento de gas natural

---

<sup>21</sup> De acuerdo al Departamento de Energía de Estados Unidos, este país actualmente el mayor productor mundial de petróleo, superando a Rusia y Arabia Saudita. La producción estadounidense superó los 11 millones, 300 mil barriles diarios en agosto del 2018. Por otra parte Rusia, en el mismo período produjo 11 millones, 200 mil barriles diarios y Arabia Saudita extrajo 10 millones, 400 mil barriles diarios, según datos de la OPEP. Mientras que existen países como Venezuela, que el que posee las mayores reservas de petróleo a nivel mundial, tiene la crisis más dramática de la región y ni siquiera tiene capacidad de refinar gasolina para consumo interno.

<sup>22</sup> Se entiende por “commodities” bienes genéricos, de escasa diferenciación y transformación, como las materias primas y bienes genéricos.

sobre la producción industrial holandesa en los años 60' del siglo XX, provocando apreciación de la moneda nacional y una contracción de los sectores industriales exportadores, a favor de las importaciones (Lanteri, 2015).

La expansión de la demanda de minerales no energéticos críticos, como el cobre, ofrece importantes oportunidades para economías como las de Chile y Perú, que son proveedores del mineral, pero su aprovechamiento o las desventajas que pueden provocarse dependerá de la estructura de estas economías, sus encadenamientos productivos y grado de diversificación económica.

De hecho, en el estudio de Pereira, Ulloa, De Miguel (2005) se demuestra que ante un *shock* de demanda que incrementa el precio internacional del cobre se puede generar un síndrome de enfermedad holandesa en el corto plazo, que afecta negativamente a los otros sectores exportadores, si no se aplica una política correctiva oportunamente. En esta investigación se busca medir la sensibilidad de respuesta de las estructuras productivas ante un *shock* de demanda mundial del cobre por electromovilidad, con una visión de largo plazo.

## **2.5 Teoría del Sistema Nacional de Innovación**

Para abordar la última fase de la investigación, de elaboración de recomendaciones de política pública, resulta muy útil el uso de términos asociados a la teoría del Sistema Nacional de Innovación. Para Gaugas y Tirón (2017), el factor más importante en la sociedad actual es el conocimiento, la innovación tecnológica y el uso eficiente de la información en la economía. Desde este enfoque, la innovación se ha convertido en la principal palanca de desarrollo económico.

La innovación puede definirse como un proceso que forma parte de las capacidades de creación, transmisión y aprehensión del conocimiento, resultante de la interacción entre organizaciones e individuos (OCDE, 2009). A partir del término innovación, se vincula el concepto de Sistema Nacional de Innovación y se establece como respuesta a la idea que existen modelos o patrones únicos de desarrollo económico, ya que la innovación no ocurre de igual manera en todos los países, todo depende de los recursos destinados a la educación, innovación, desarrollo y los determinantes de competitividad (Saviotti, 2014).

Existen varios conceptos del término “Sistema Nacional de Innovación”, una de las más comunes es aquella que lo define como el conjunto de interrelaciones de actores institucionales que crean, difunden y aprovechan innovaciones (Araneda, Pedraja y Ponce, 2017, pág 112). El concepto de Sistema Nacional de Innovación ha sido desarrollado como una definición para analizar las relaciones entre empresas, consumidores, organizaciones de la sociedad civil y gobierno, que son vitales para definir políticas públicas efectivas (Lundvall, 2011).

En el caso de Chile, se está buscando diseñar una institucionalidad para crear un Sistema Nacional de Innovación vinculado a la minería, a través de la creación de un Consejo Nacional de Innovación, que busque una mayor interacción institucional entre entes del gobierno, que permita diseñar políticas públicas más integradas, enfocadas en el desarrollo económico a partir de la innovación tecnológica. A pesar que Chile como país está bien enfocado en términos estratégicos, sigue siendo uno de los países de la OCDE que destina menor proporción de gasto presupuestario

a la investigación y desarrollo<sup>23</sup>. Al respecto, cabe destacar que el Sistema Nacional de Innovación y las políticas públicas que deben ir asociadas a él, no sólo debe considerar los factores internos del país, sino posibles *shocks* que podrían ocurrir en el macro-entorno y transformar las tendencias mundiales del comercio.

Por otra parte, en Perú el Sistema Nacional de Innovación se encuentra todavía en construcción, aunque se está trabajando a partir del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Sinacyt). Los dos países analizados en esta investigación tienen importantes retos en política pública para vincular la innovación con la minería inteligente, para aprovechar las ventajas que la nueva realidad mundial de electromovilidad y el cambio del modelo energético puede ofrecer, así como estar preparados ante *shocks* de demanda que no pueden evitar, pero sí mitigar sus efectos, minimizando el costo de oportunidad del cambio.

---

<sup>23</sup> Actualmente, Chile le destina 0,38% del PIB a la Investigación y Desarrollo (I+D), mientras el resto de los países de la OCDE le destinan en promedio 2,5% del PIB

## CAPÍTULO II. Marco metodológico

Dado el marco teórico del problema y los distintos enfoques planteados para abordarlo con un conjunto de conceptos y términos que nos provee la ciencia económica, se plantea en esta investigación los siguientes objetivos:

### 2.1 Objetivos

#### Objetivo General

Evaluar a través de la estructura de las matrices insumo- producto, los posibles efectos de un *shock* de demanda mundial de cobre generado por la electromovilidad sobre las economías de Chile y Perú, considerando los encadenamientos productivos y tejido industrial que poseen, así como la incidencia que puede provocar en el crecimiento y las remuneraciones a factores productivos, con el fin de realizar recomendaciones de política pública para aprovechar las condiciones de la nueva realidad mundial.

#### Objetivos Específicos

- Analizar el tipo de relación entre el sector de minería de cobre con los sectores conexos de innovación y generación de valor agregado en Chile y Perú, además de las condiciones para aprovechar las ventajas de la electromovilidad.
- Analizar el efecto de un *shock* de expansión de la demanda mundial de cobre por electromovilidad, en el crecimiento y remuneraciones de los factores productivos de las economías en estudio, observando las fortalezas o debilidades de la estructura productiva.
- Realizar propuestas de política pública, en escenarios de *shock* de demanda que permitan aumentar los encadenamientos productivos.

### 2.2 Metodología

El problema se aborda inicialmente, caracterizando el entorno mundial de minerales críticos y la participación de Chile y Perú en ese mercado a través del cobre, para lo que se realiza una revisión de estudios internacionales de la Agencia Internacional de Energía, entre otros, para buscar datos de series temporales que permiten proyectar la participación de los países de la muestra en esa nueva realidad.

Se realiza un análisis evolutivo de las matrices insumo- producto de los países en estudio<sup>24</sup>, usando análisis de encadenamientos directos e indirectos, de multiplicadores, y efectos directos e indirectos sobre el valor agregado y remuneraciones a factores productivos, lo que permite medir relaciones y proyectar impactos del *shock* de demanda internacional del cobre en las economías analizadas a partir de la última matriz insumo producto usada como línea base.

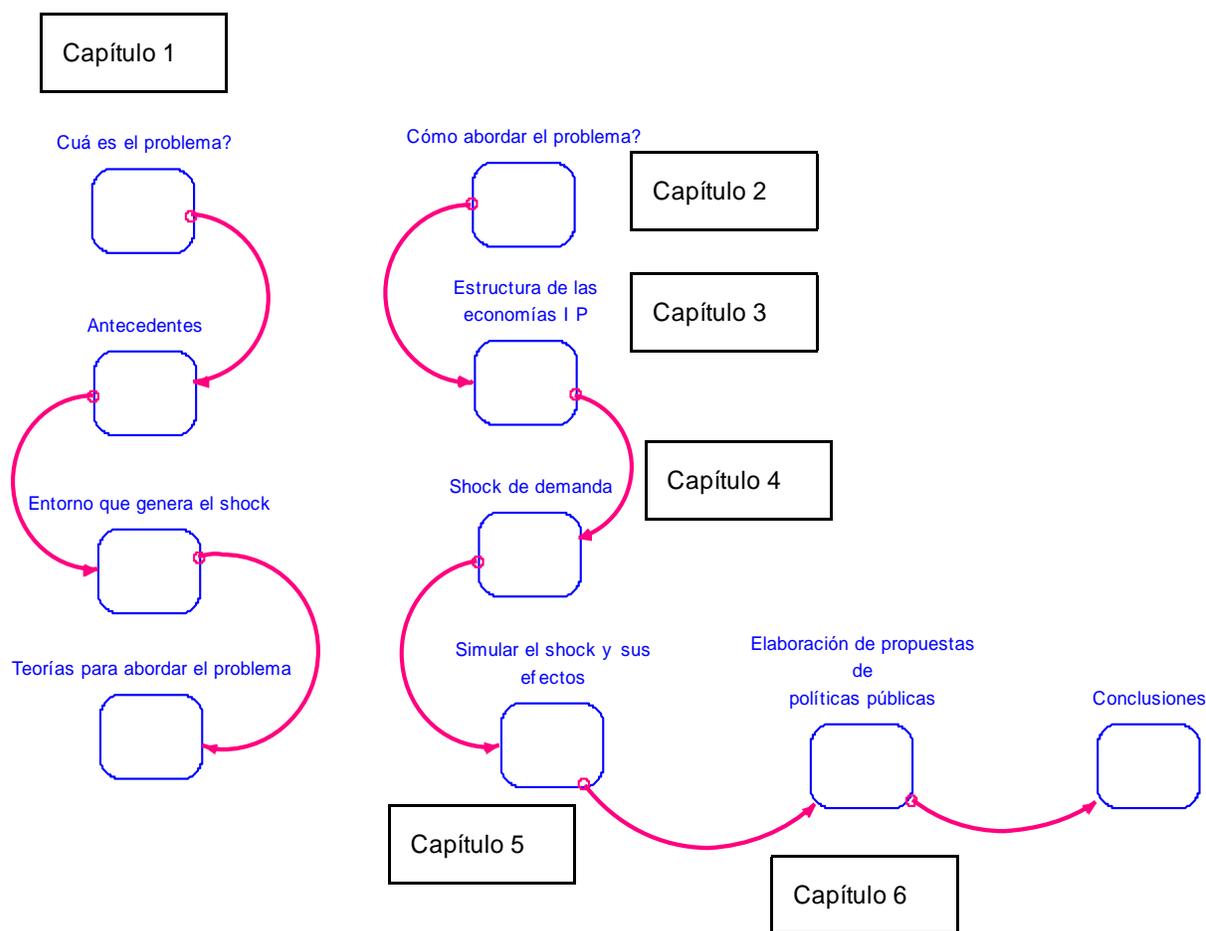
---

<sup>24</sup> Comparando el cambio entre la matriz más actual disponible y la matriz del año anterior

Los principales datos a utilizar provienen de las matrices de insumo producto de ambos países, lo que permite obtener una situación de línea base, que sirve como contrafactual<sup>25</sup> para medir el impacto de un *shock* externo de demanda, proyectado a partir de datos obtenidos de agencias internacionales, como la Agencia Internacional de Energía y estudios especializados provenientes de los países de la muestra, lo que nos permite medir las variaciones posibles entre un escenario base y un escenario alternativo.

En términos generales, la metodología de los dos primeros capítulos de la investigación consiste en el siguiente proceso:

**Gráfico 3. Proceso de investigación**



Fuente: Elaboración propia en IThink

La metodología de investigación es cuantitativa con una mirada prospectiva y tiene como fin conocer las características estructurales de las economías en estudio que permitan hacer recomendaciones adecuadas de políticas públicas para aprovechar el nuevo entorno de modelo energético mundial y mitigar los riesgos asociados a vulnerabilidades internas.

<sup>25</sup> Se entiende por contrafactual, el resultado que se tendría si no se presentase una condición de cambio (como un shock o una intervención o política pública). En: *La evaluación de impacto en la práctica*. BID, Banco Mundial, 2017

## 2.2.1 Proyección de la demanda mundial de cobre

Se hace uso de bases de datos internacionales, como la Agencia Internacional de Energía y el Banco Mundial, para obtener bases de datos de series temporales de la demanda mundial de cobre. Para medir la brecha de los países en estudio, se utilizan investigaciones de instituciones de los países respectivos, que contienen además escenarios sobre la demanda mundial de cobre.

A partir de la proyección de demanda obtenida, se obtiene la brecha entre la demanda mundial y los proveedores analizados y se simula el *shock* de demanda en la estructura productiva a través de las matrices insumo- producto de los dos países, que se usan como contrafactual en el último año publicado por fuentes oficiales. Los resultados permiten definir escenarios para analizar posibles cambios y hacer recomendaciones de políticas públicas, basadas en una visión de futuro.

## 2.2.2 Uso de matrices insumo- producto

Las matrices insumo- producto son registros ordenados de transacciones entre los sectores productivos orientadas a la satisfacción de bienes para la demanda final, así como de bienes intermedios que se compran y se venden entre sí (Lora y Prada, 2016). A partir de este instrumento se puede medir la relación existente entre los diversos sectores productivos, así como los impactos directos e indirectos que éstos tienen sobre la demanda final, el valor agregado y el empleo.

Las matrices insumo- producto son útiles para analizar las transacciones intersectoriales y los encadenamientos productivos de un país. Por lo tanto sirven en decisiones empresariales para saber dónde se concentra la demanda. Adicionalmente, sirven como herramienta de programación y análisis económico, a fin de determinar los niveles de producción que deben alcanzar los diferentes sectores para satisfacer las demandas de consumo inversión de los diferentes productos. Igualmente, son útiles para analizar la composición y valor agregado de los productos y analizar requerimientos de importaciones, analizar los efectos de políticas de empleo y la relación con el medio ambiente, entre otras aplicaciones (Hernández, 2014).

Usando las ventajas de la información contenida en las matrices se calculan indicadores de encadenamiento productivo (encadenamiento hacia adelante<sup>26</sup>, encadenamientos hacia atrás y encadenamiento total), a través de los coeficientes técnicos y la matriz de Leontief<sup>27</sup>. Se calculan los multiplicadores y se analizan los efectos directos e indirectos sobre el empleo y valor agregado, con el fin de conocer estructura y analizar los cambios antes posibles variaciones de la demanda.

Una matriz insumo- producto tiene filas y columnas. Verticalmente la matriz muestra los consumos intermedios de cada ramo, los valores agregados y los valores brutos de producción.

---

<sup>26</sup> De acuerdo a Lora y Prada, los encadenamientos hacia atrás estiman la importancia relativa de la demanda intermedia, directa o indirecta del sector  $j$ , respecto a la demanda directa o indirecta de la economía en su conjunto. Los encadenamientos directos se miden calculando la suma de los coeficientes de la columna respectiva de la matriz de coeficientes técnicos, mientras el encadenamiento total se mide realizando la misma operación con la matriz de Leontief. Por otra parte, los encadenamientos hacia adelante se refieren a los estímulos que el sector  $i$  proporciona al resto de la economía cuando produce y ofrece un bien que puede emplearse como insumo; se mide calculando la suma de los coeficientes de la fila respectiva en la matriz de coeficientes técnicos.

<sup>27</sup> La matriz  $[I - A]$ , es la matriz inversa se conoce también con el nombre de matriz de Leontief. Fue Wassily Leontief quien inició la construcción de matrices insumo-producto y su empleo para fines de estimación y programación económica.

Mientras horizontalmente muestra las ventas intermedias sectoriales, las demandas finales de cada producto y el valor bruto de la producción.

Hay diferentes tipos de matrices insumo- producto: las matrices de oferta, las matrices de uso, matrices de Leontief, matrices inversas y matrices transpuestas. Mientras los agregados macroeconómicos que podemos encontrar en las matrices insumo producto son: valor bruto de la producción, salarios, ganancias, valor agregado, consumo intermedio, ventas intermedias, consumo final, inversión, demanda final, oferta total, oferta final y usos finales.

A partir de los resultados de las proyecciones de demanda de cobre y el peso de Perú y Chile en la provisión, así como los indicadores de estructura de las matrices insumo- productos, los multiplicadores y efectos directos e indirectos sobre el empleo y el valor agregado, se pretende evaluar el efecto del shock sobre variables claves de las economías y definir recomendaciones que mejoren las ventajas que éstas tienen ante *shocks* de demanda, así como recomendaciones para mejorar las condiciones actuales, que deben generarse para incrementar los flujos de inversión extranjera directa (IED) y apalancar el desarrollo económico.

### **2.2.3 Utilidad explícita de las matrices insumo- producto**

Las matrices de insumo- producto permiten apreciar los componentes de las matrices de oferta, demanda intermedia, demanda final y valor agregado (Schuschny, 2005). Por otra parte, la matriz de oferta total muestra la disponibilidad de bienes y servicios, tanto de origen doméstico como de origen importado que se usarán en la demanda intermedia y la demanda final.

La matriz de demanda intermedia o consumos intermedios registra los intercambios de productos entre las distintas actividades, mostrando el uso intermedio de la producción de los sectores y de esa relación entre los distintos componentes de esta matriz con la producción total de cada actividad, se puede calcular la matriz de coeficientes técnicos a partir de ella. Es muy importante que la información se discrimine entre bienes de consumo intermedio de producción doméstica y los bienes de consumo intermedio que sean importados.

Por otra parte, la matriz de consumo final registra las transacciones relacionadas a los usos finales de la producción: consumo de los hogares, sector público, formación bruta de capital fijo, variación de existencias y exportaciones.

Finalmente, la matriz de valor agregado describe la remuneración de los factores productivos en el proceso de generación de bienes y servicios.

El uso de matrices de insumo producto es útil porque facilita el análisis de estructura económica de los países, las tendencias y cambios de comportamiento a lo largo del tiempo, permitiendo conocer la importancia relativa de los sectores, los grados de articulación entre ellos y los principales flujos de producción e intercambio para generar valor (Schuschny, 2005).

Las matrices insumo- producto funcionan bajo los siguientes supuestos: a) Cada sector produce un único bien (no genera una producción secundaria) b) No existen cambios en los precios relativos c) Se asume que los insumos productivos y el valor agregado mantienen una relación

fija con el nivel de producción (no existe sustitución) (Pereira y otros, 2009). Es importante considerar estos supuestos, porque son limitaciones naturales del modelo.

#### 2.2.4 Medición de encadenamientos directos

Chenery, H. B. & Watanabe, T. calcularon en 1958 los encadenamientos entre sectores, con el fin de cuantificar el impacto directo, de una actividad económica sobre el resto de la economía, seleccionando aquellas actividades cuyos efectos fuesen superiores a la media, combinando dos criterios: encadenamientos directos hacia atrás y encadenamientos directos hacia adelante (Schuschny, 2005).

Los encadenamientos directos hacia atrás miden la capacidad de un sector para movilizar a otros sectores interconectados con él, a través de la demanda de consumos intermedios. Por otra parte los encadenamientos directos hacia adelante miden la capacidad de un sector de estimular a otros sectores al satisfacer el consumo intermedio de éstos (Pereira y otros, 2009).

Los encadenamientos directos hacia atrás se miden como una proporción de las compras intermedias de un sector en relación al valor bruto de producción:

$$DBL_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{X_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Donde  $x_{ij}$  = valor de la producción que el sector  $j$ -ésimo compra al sector  $i$ -ésimo.  
 $x_j$  = valor de la producción del sector  $j$ -ésimo.

Por otra parte, los encadenamientos directos hacia adelante, se miden como una fracción de las ventas de un sector destinadas al consumo intermedio de otros sectores, sobre las ventas totales:

$$DFL_j = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{X_i} = \sum_{j=1}^n a'_{ij}$$

Donde  $x_{ij}$  = valor de la producción que el sector  $j$ -ésimo compra al sector  $i$ -ésimo.  
 $x_j$  = valor de la producción del sector  $j$ -ésimo.

#### 2.2.5 Efectos directos sobre el valor agregado y el empleo

Existen varios indicadores que pueden medirse a partir de las matrices insumo- producto. Los indicadores de encadenamientos directos de Watanabe, además de los siguientes:

a) *Valor agregado sobre el valor bruto de la producción:*

$$\frac{VA}{VBP}$$

Me indica cuánto del valor generado se utiliza en remunerar a los factores productivos.

b) *Salarios o remuneración al trabajo sobre el valor bruto de la producción:*

$$\frac{W}{VBP}$$

Me indica cuánto del valor generado se utiliza en remunerar al factor trabajo.

c) *Capital o excedente de explotación sobre el valor bruto de la producción:*

$$\frac{K}{VBP}$$

Me indica cuánto del valor generado se utiliza en remunerar el factor capital.

A través de estos indicadores se puede conocer cuáles sectores son intensivos en trabajo y cuáles son intensivos en capital, cuáles son generadores de empleo y cuáles son generadores de inversión en tecnología.

## 2.2.6 Análisis de multiplicadores y efectos indirectos

Los índices que permiten calcular los efectos indirectos a partir de la matriz insumo producto son los multiplicadores, principalmente el multiplicador del producto y el multiplicador de la demanda. Para calcularlos, es necesario hacer algunos ajustes a la matriz insumo producto, para poder obtenerlos (Pereira, 2009).

Dado que la matriz inversa de Leontief, puede también aproximarse como una suma de la matriz identidad, más las rondas o potencias sucesivas de la matriz de coeficientes técnicos, se calcula la inversa de la matriz bajo el siguiente procedimiento:

$$x = Ax + y = (I - A)^{-1} y = By$$

Con sumandos progresivamente decrecientes, se verifica que los efectos directos, recogidos por los multiplicadores de Chenery-Watanabe, serán más importantes que los indirectos, cuantificables en el residuo, por lo que los sectores considerados como relevantes, a partir de los multiplicadores directos, no serán muy distintos de los obtenidos, como veremos, a través de la inversa.

La suma de las columnas de la matriz B resultante, representa el multiplicador del producto y la suma de fila de la matriz B corresponde al multiplicador de la demanda. El multiplicador del producto muestra el efecto total que tiene la producción de un sector sobre la producción de todos los sectores (directos e indirectos), midiendo la interdependencia de un sector con el resto de la economía.

El efecto directo del multiplicador del producto mide la capacidad de arrastrar directamente a otros ligados con él, ya que el consumo intermedio de otros bienes dinamiza la actividad de esos otros sectores. Mientras el efecto indirecto mide la capacidad de un sector de arrastrar indirectamente a otros ligados a él, su demanda de insumos dinamiza a esos otros sectores proveedores.

Por otra parte, el multiplicador de la demanda indica cuánto crece la producción de la economía si la demanda por el producto de un sector se incrementa en una unidad, indicando la dependencia que todos los sectores tienen respecto a un sector en particular.

Cabe destacar, que cuando se incrementa la producción de un sector, también se produce contratación de mano de obra adicional; asimismo las remuneraciones por el empleo que se expande, se destinan en una alta proporción al consumo de bienes producidos nacionalmente, generando un efecto adicional sobre la demanda de bienes de diversos sectores de la economía.

### **2.2.7 Ordenamiento sectorial según tipos de encadenamientos directos**

Los sectores se pueden ordenar y categorizar de acuerdo al siguiente comportamiento (Schuschny, 2005):

- a) *No manufactureros de destino intermedio*: Presentan un alto encadenamiento directo hacia adelante y bajo hacia atrás. Su demanda por insumos es baja, siendo el destino de su producción de uso intermedio (sirven de insumo a otros sectores) y muy poco de ellos son entregados en el mercado como producto final.
- b) *No manufactureros de destino final*: Tienen bajo encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. Consumen una cantidad de insumos poco significativa y destinan su producción principalmente a satisfacer la demanda final.
- c) *Manufactureros de destino intermedio*: Presentan alto encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. Este tipo de sectores demandan y ofrecen grandes cantidades de insumos intermedios y por lo tanto, son vínculos estratégicos de los flujos sectoriales de la economía.
- d) *Manufactureros de destino final*: Presentan un bajo encadenamiento hacia adelante y alto hacia atrás. Tienen un alto consumo intermedio, y el destino de estos productos es principalmente al consumo final. Estos sectores son grandes demandantes de insumos intermedios, por lo que pueden afectar en mayor cuantía al crecimiento de la economía, por la posibilidad que tienen de dinamizar otras actividades.

### **2.2.8 Indicadores de dispersión e identificación de sectores claves**

Para esto se calcula el multiplicador del producto y/o demanda con respecto al multiplicador promedio de la economía. De allí que el poder de dispersión se define como la normalización del multiplicador del producto con respecto a un multiplicador agregado para la economía. Por otra parte, la sensibilidad de dispersión, que es la normalización del multiplicador de la demanda con respecto a un multiplicador agregado para la economía, mide cuán sensible es un sector, a cambios generales de la demanda y provee información útil, para saber cuál sector impacta en la cadena del valor de otros sectores (Pereira, 2009).

Por lo que es posible a partir de estos dos indicadores, ordenar los sectores bajo las siguientes categorías:

- a) *Poder de dispersión por debajo de la media del país y sensibilidad de dispersión por encima de la media* (multiplicador de la producción por debajo de la media nacional y

multiplicador de la demanda por encima del promedio nacional): en este caso el sector se clasifica como **estratégico**.

- b) *Poder de dispersión por encima de la media nacional y sensibilidad de dispersión por encima de la media del país* (multiplicador de la producción por encima de la media nacional y multiplicador de la demanda por encima del promedio nacional): en este caso el sector se clasifica como **sector clave**.
- c) *Poder de dispersión por debajo de la media nacional y sensibilidad de dispersión por debajo de la media del país* (multiplicador de la producción por debajo de la media nacional y multiplicador de la demanda por debajo del promedio del país): en este caso el sector económico se clasifica como **sector independiente**.
- d) *Poder de dispersión por encima de la media nacional y sensibilidad de dispersión por debajo del promedio nacional* (multiplicador de la producción por encima de la media nacional y multiplicador de la demanda por debajo del promedio del país): el sector económico que muestre este comportamiento se clasifica como **sector impulsor**.

### 2.2.9 Simulación del *shock* de demanda mundial de cobre

A partir de la estimación de la demanda de cobre en las economías de Chile- Perú, se simula el impacto de aumento de la demanda del mineral en el último período de la estimación (2030), para analizar los resultados que se obtendrían con la estructura económica actual de los tejidos industriales de los dos países, bajo la premisa de *ceteris paribus* de la ciencia económica. Se explora la posibilidad de detectar riesgos como de presencia de ventajas comparativas pero no competitivas, o algún grado de competitividad y de complejidad de las economías. Para realizar esta medición se usan las últimas versiones de las matrices insumo - producto que están disponibles para ambos países, las que se utilizan como contrafactual. De esta simulación de un *shock* de demanda se pretende recoger información importante que permita hacer recomendaciones de políticas públicas para corregir desviaciones.

En el siguiente cuadro, se resume la información disponible de bases de datos de matrices insumo producto:

**Tabla 4. Información disponible de matrices de Insumo-Producto**

País	Años	Sectores	Fuente de datos
Chile	2008, 2013	111 sectores	Banco Central de Chile OCDE
Perú	2007, 2017	101 productos, 54 sectores	INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática)/OCDE

Fuentes: Banco Central de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas e Informática

### 2.2.10 Transformación de las matrices insumo- producto de actividad producto a actividad- actividad

Las matrices insumo- producto que se presentan bajo la modalidad productos/sectores o productos/actividades tienen la particularidad que presentan la existencia de producción secundaria en las distintas ramas de actividad económica (Rojas, 2009). Esto genera como limitación coeficientes técnicos<sup>28</sup> híbridos con grados de inexactitud.

A partir del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN Rev3) se introdujeron tratamientos matriciales que permiten superar esas limitaciones, a través de dos tipos de matrices: una matriz de producción o de oferta (matriz V) y una matriz de utilización (matriz U), para establecer una diferencia entre la producción bruta de los productos y la producción bruta de actividades. Para llevar una matriz de productos por actividades a una matriz de actividades por actividades se debe establecer ciertas hipótesis acerca de la tecnología de producción (Naciones Unidas, 2000).

Existe la hipótesis de tecnología de productos, hipótesis de tecnología de industria e hipótesis mixta<sup>29</sup>. De acuerdo a evidencia empírica se observa que la aplicación de la tecnología de industria es la más simple para la transformación matricial de productos por industrias a industrias por industrias (Schuschny, 2005).

Se aplicó el método asociado a la hipótesis de tecnología de industria y se realizó la transformación matricial, usando el software MatLab<sup>30</sup>. Para calcular la matriz de coeficientes de requerimientos totales, directos e indirectos, empleando la hipótesis de tecnología de la industria, se siguió el siguiente procedimiento que se explica paso por paso (Rojas, 2009):

La demanda intermedia se expresa como:  $DI = A * P$  donde A es la matriz de coeficientes técnicos o matriz de efectos directos y P es la matriz de producción.

Para la transformación se requieren de las siguientes matrices: U (matriz de consumo intermedio) y V (matriz de producción)<sup>31</sup>. Adicionalmente se requiere de G, un vector columna de producción por actividades (de 54\* 1 donde cada valor de la columna corresponde a la suma de valores de la respectiva fila de la matriz de producción).

Y Q' es el vector fila de producción por productos (de 1\* 51 donde cada valor de la fila corresponde a la suma de valores de la respectiva columna de la matriz de la producción).  $\hat{G}$

---

<sup>28</sup> El supuesto básico del modelo de insumo- producto consiste en la existencia de una relación lineal entre la demanda intermedia y el valor bruto de la producción:  $DI = A * P$ , donde  $A = \frac{X_{ij}}{P_j}$  Donde  $X_{ij}$  corresponde a la producción que requiere la actividad j de la actividad i, donde A es la matriz de coeficientes técnicos o de efectos directos. En la tesis de magister de Rojas Carolina: *Matriz de contabilidad social y análisis de multiplicadores contables para la región metropolitana de Santiago*

<sup>29</sup> Con la hipótesis de tecnología de productos se asume que la estructura de costos que permite obtener la producción de determinados bienes o servicios es la misma, independientemente de la rama de actividad donde se desarrolle la producción, por lo tanto la estructura de costos no presenta modificaciones. Por otra parte, la hipótesis de tecnología de la industria asume que la producción de un determinado tipo de bien o servicio es la misma que la de la industria que la genera, sin importar que sea producción principal o secundaria. Y finalmente, la hipótesis mixta combina las dos anteriores. En: Rojas, Carolina (2009): *Matriz de contabilidad social y análisis de multiplicadores contables para la región metropolitana de Santiago*. Tesis de magister para optar al grado de Magister en Economía Aplicada. Universidad de Chile.

<sup>30</sup> Es un software que combina el análisis iterativo y los procesos de diseño con un lenguaje de programación básica que permite resolver las matemáticas matriciales. En la fase de transformación matricial de la matriz de insumo producto de Perú se usó un demo del programa diseñado para estudiantes, con una validez de 30 días.

<sup>31</sup> En el caso de Perú, se transformó una matriz de 101 productos y 54 actividades a una de 54 actividades.

representa la matriz diagonal cuyos componentes son los del vector  $G$ ,  $Q^{\wedge}$  es la matriz diagonal cuyos componentes son los del vector  $Q$ .

La matriz de efectos directos se expresa:  $A = B * D$

$$\begin{aligned} \text{Donde: } B &= U * (\hat{G})^{-1} \\ D &= V * (Q^{\wedge})^{-1} \end{aligned}$$

De acuerdo a la hipótesis de la tecnología de industria, el proceso de producción de un producto no depende de él mismo sino de la industria que lo genera, lo que significa que un mismo producto puede ser el resultado de varios procesos (Rojas, 2009). Para obtener la matriz de requerimientos totales usando este método, se parte de la identidad del modelo insumo- producto, donde el valor bruto de la producción debe ser igual a la demanda total (consumo intermedio más demanda final).

Finalmente, la transformación matricial consiste en aplicar el siguiente procedimiento:

$$(I - D * B)^{-1} = \text{Modelo de actividad por actividad}$$

La matriz  $(I - D * B)^{-1}$  muestra la cantidad de la actividad  $i$  necesaria para satisfacer la demanda final de la actividad  $j$ . Esta es la matriz de requisitos totales “actividad x actividad”. Toda esta transformación de la matriz de Perú se hizo con el soporte del software MatLab, para los períodos 2007 y 2017.

### CAPÍTULO III: Análisis del sector del cobre en Chile y Perú

La minería del cobre en Chile y Perú representa una actividad económica clave para el desarrollo de la estrategia de electromovilidad a nivel mundial, pues ambas economías aportan aproximadamente el 39% de la oferta del mineral que demandan principalmente China, Estados Unidos, India, Corea del Sur, Japón, Canadá, Alemania, entre otros, de acuerdo al Anuario Minero de Perú, 2017.

Ambas economías tienen una importante trayectoria como países mineros, en el caso de Chile con una curva de aprendizaje más pronunciada en la explotación del mineral cobre, mientras el sector en Perú está experimentando un proceso de auge significativo en la actualidad.

#### 3.1 Análisis de indicadores macroeconómicos de las economías de Chile y Perú

##### 3.1.1 Chile

Entre el año 2013 y el año 2018 la minería del cobre ha aportado en promedio aproximadamente 9% del PIB chileno, casi la totalidad del sector de minería del país, tendencia que se ha mantenido entre el 2013 y el 2018, de acuerdo a datos del Banco Central de Chile:

**Gráfico 4. Participación de la minería del cobre en el PIB de Chile**



Fuente: Banco Central de Chile, cálculos propios

Cabe destacar que la minería del cobre ha aportado en promedio el 42% de las divisas por exportaciones de Chile en el período 2013- 2018, lo que significa una alta participación de las divisas del mineral en las exportaciones totales del país:

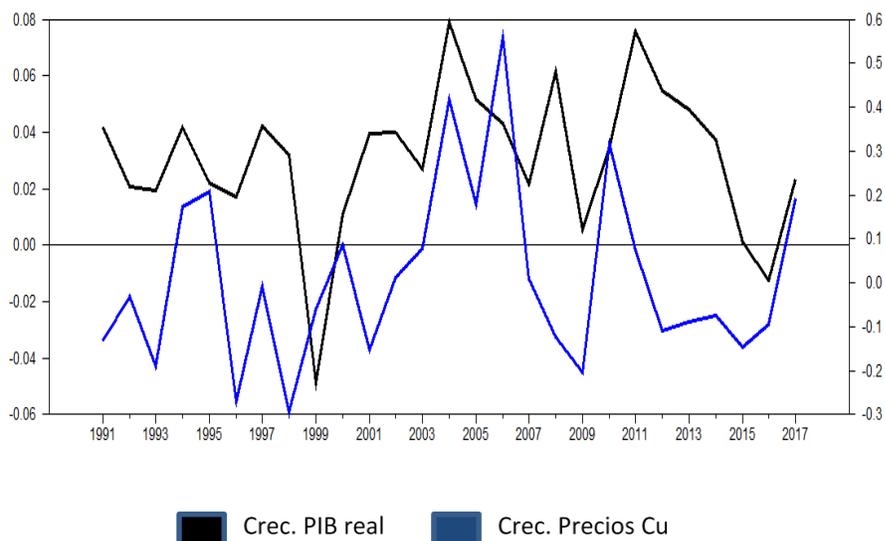
**Gráfico 5. Participación de la minería del cobre en el total de exportaciones (en US\$) de Chile**



Fuente: Banco Central de Chile, cálculos propios

Por otra parte, existe una correlación entre el crecimiento del PIB real de Chile y el comportamiento de los precios del cobre en términos reales de 0,32, lo que significa que hay una tendencia moderada a débil y de signo positivo entre las dos variables<sup>32</sup>, por lo que no existe evidencia estadística suficiente para asegurar que el crecimiento del precio del cobre en el mercado internacional incentiva crecimiento económico:

**Gráfico 6. Correlación entre el PIB real de Chile y el precio internacional del cobre en términos reales**



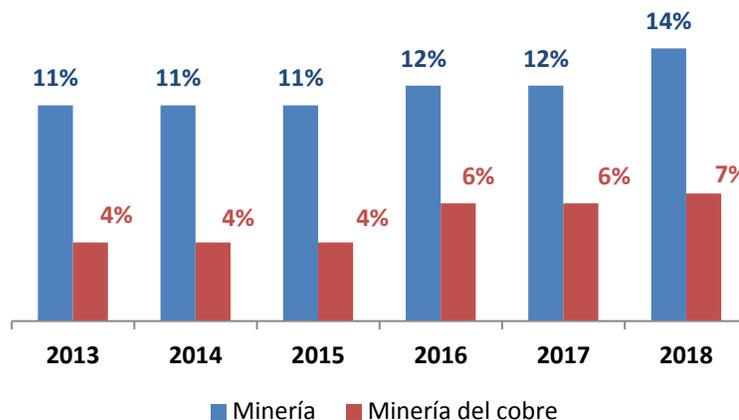
Fuente: Banco Central de Chile, Cochilco, Cepal. Cálculos propios en Winrats

<sup>32</sup> Para el cálculo de estas correlaciones se hizo uso del software Winrats, para series temporales, para el período 1991- 2017 de las variables crecimiento PIB real de Chile y crecimiento del precio internacional del cobre (en términos reales), usando variaciones logarítmicas para limpiar tendencias.

### 3.1.2 Perú

Entre los años 2013 y 2018 la minería del cobre ha aportado en promedio 5% del PIB peruano, aproximadamente la mitad de la minería de ese país. Cabe destacar, que el incremento del porcentaje de participación de la minería del cobre en la minería peruana y en el PIB del país, se ha observado principalmente en los últimos 3 años:

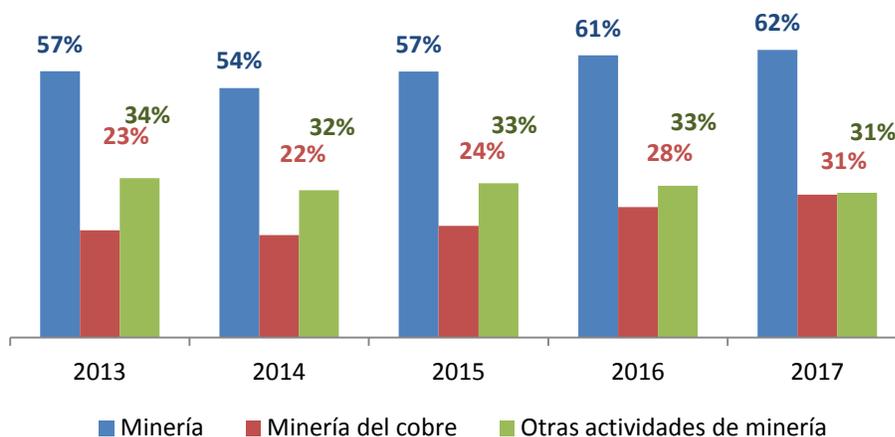
**Gráfico 7. Participación de la minería del cobre en el PIB de Perú**



Fuente: Cepal, cálculos propios

La minería del cobre ha aportado en promedio el 26% de divisas por exportaciones de Perú, aunque se ha incrementado el peso de la actividad en las exportaciones totales del país, especialmente en los últimos dos años del período:

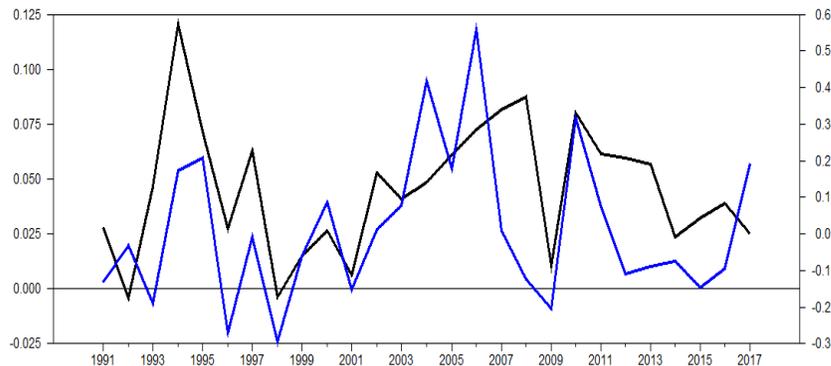
**Gráfico 8. Participación de la minería del cobre en el total de exportaciones (en US\$) de Perú**



Fuente: Anuario minero 2017, Ministerio de Energía y Minas de Perú

Se observa además que existe una correlación entre el crecimiento del PIB real de Perú y el comportamiento de los precios del cobre en términos reales de 0,49, lo que significa que hay una relación moderada a fuerte entre las dos variables, mayor al que muestra Chile:

**Gráfico 9. Correlación entre el PIB real de Perú y el precio internacional del cobre en términos reales**



Fuente: Cepal, Cochilco. Cálculos propios en Winrats

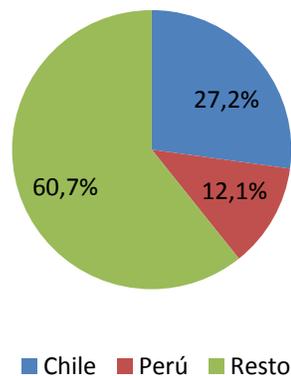
### 3.2 Caracterización del sector de minería de cobre en Chile y Perú

#### 3.2.1 Chile

El sector minero chileno percibe el 50% del total de inversiones que recibe el país, según el Comité de Inversiones Extranjeras (Cisneros, 2016). No obstante, la Corporación Nacional del Cobre (Codelco), es una empresa estatal, que representa el 34% de la producción de cobre en Chile. Respecto a la inversión extranjera directa presente en la minería chilena, Canadá y Japón son los mayores inversionistas, además de Estados Unidos, Reino Unido, Australia.

Chile es el mayor productor de cobre del mundo, lo que lo convierte en el mineral más importante en la economía del país. Como puede verse en el gráfico, actualmente Chile representa el 27% de la producción mundial de cobre, y Perú 12%:

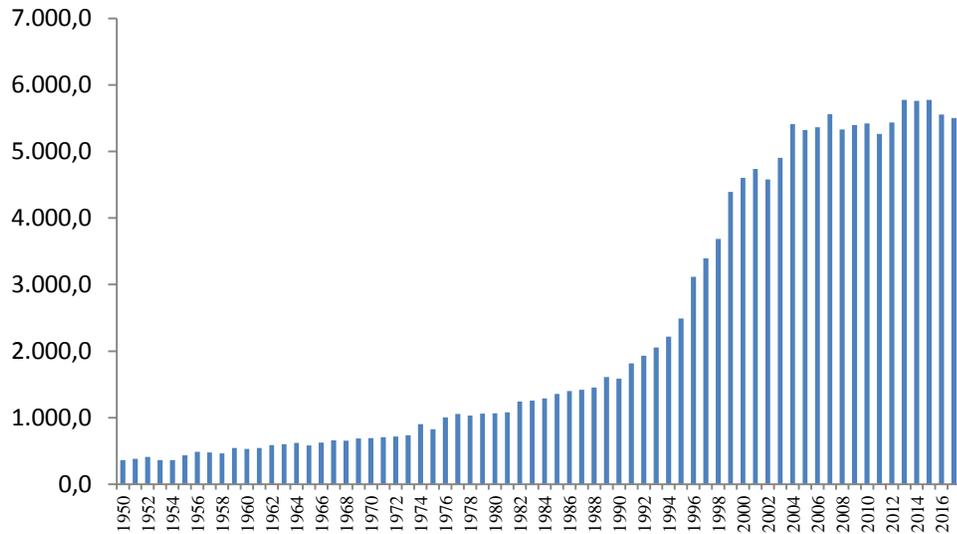
**Gráfico 10. Participación de Chile y Perú en la producción mundial de cobre**



Fuente: World Metal Statistics, Cochilco, Anuario Minero Perú 2017

Entre 1950 y el año 2017, la producción de cobre chilena se ha incrementado a una tasa promedio anual de 4%, pasando de una participación de 14% en la producción mundial de cobre en 1950 a una participación de 27% en el 2017, prácticamente el doble de participación:

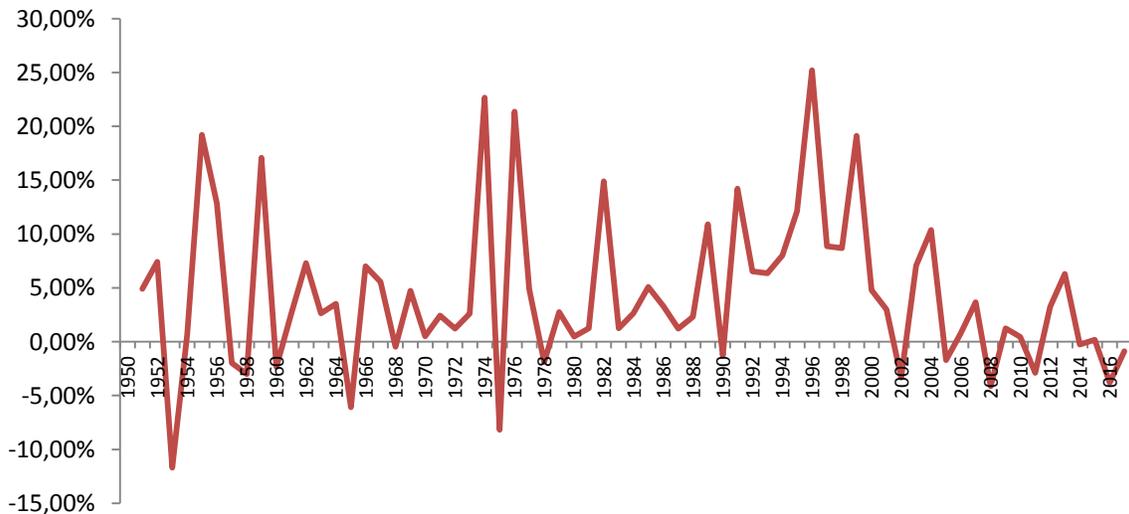
**Gráfico 11. Producción anual de cobre en Chile (en miles de toneladas métricas)**



Fuente: Codelco, elaboración propia

Aunque el comportamiento de expansión de la producción de cobre en Chile ha mostrado entre 1950 y el 2017 una tendencia exponencial, el crecimiento productivo anual se ha desacelerado desde el año 2005:

**Gráfico 12. Crecimiento de la producción anual de cobre en Chile (%)**



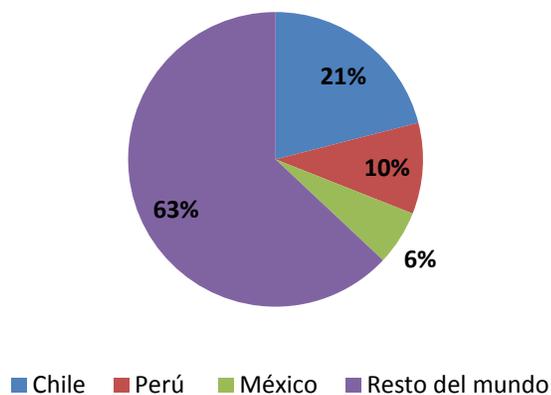
Fuente: Codelco, elaboración propia

### 3.2.2 Perú

Perú es uno de los países con mayor tradición minera en América Latina y el mundo. Es el segundo productor de cobre, plata y zinc a nivel mundial (Anuario Minero, 2017). En América Latina, Perú ocupa el primer en la producción de oro, zinc y plomo; posee las mayores reservas de plata del mundo y se ubica en tercer lugar en reservas de cobre a nivel internacional. Estos datos revelan el potencial de Perú en recursos minerales, pero también sus riesgos ambientales y riesgos de desestabilización cambiaria.

En el siguiente gráfico puede verse la importancia de Perú en las reservas de cobre en el mundo, tal que los dos países en estudio concentran el 31% de las reservas de cobre a nivel mundial:

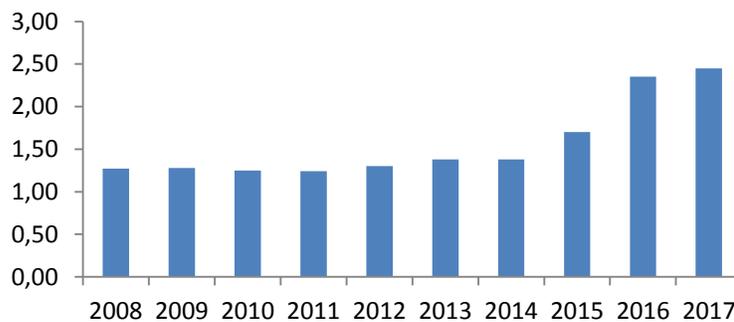
**Gráfico 13. Participación de Chile y Perú en la producción mundial de cobre**



Fuente: Cepal; USGS Mineral commodity summaries 2018

En el siguiente gráfico puede verse el comportamiento de la producción de cobre entre el 2008 y 2017, mostrando un crecimiento promedio anual en el período de 8%:

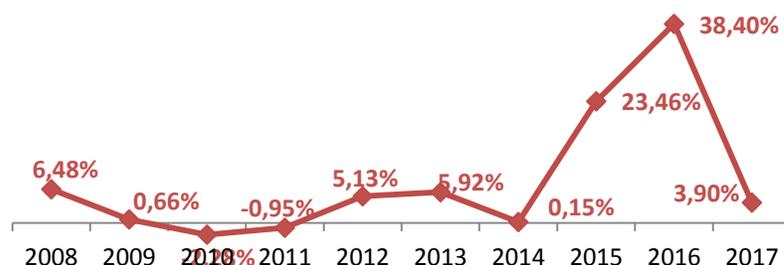
**Gráfico 14. Producción anual de cobre en Perú (en millones de toneladas métricas)**



Fuente: Anuario Minero de Perú 2017. Elaboración propia

Aunque el comportamiento de expansión de la producción de cobre en Perú parece crecer a un ritmo exponencial en el período 2008- 2017, el crecimiento anual muestra volatilidad:

**Gráfico 15. Crecimiento anual de la producción de cobre en Perú 2008- 2017 (%)**



Fuente: Anuario Minero de Perú 2017

### **3.3. Análisis de matrices insumo- producto para medir el grado de encadenamiento productivo del sector del cobre en Chile y Perú**

#### **3.3.1 Estructura y encadenamientos productivos directos de Chile. Análisis insumo- producto 2008-2013**

En esta parte de la investigación, se usan las matrices insumo- producto de las fuentes nacionales de los países en estudio. En el caso de Chile, la fuente es el Banco Central (años 2008 y 2013) y para Perú se usa la matriz insumo- producto que publica el Instituto Nacional de Estadísticas e Información (INEI) para los años 2007 y 2017.

Cabe destacar, que la matriz insumo- producto de Perú viene en el formato producto/industria<sup>33</sup>, por lo que hace una transformación al formato industria/industria, usando el software MatLab.

El procedimiento para hacer esa transformación de una matriz rectangular de (101 productos \* 54 industrias) a una de (54 industrias \* 54 industrias), supone asumir la premisa de tecnología de la industria, es decir, se asume que la producción de un determinado tipo de bien o servicio es la misma que la de la industria que la genera, sin importar que sea producción principal o secundaria; de manera que la estructura de producción de un mismo bien o servicio, será distinta según la industria que la produzca.

#### **3.3.2 Encadenamientos directos hacia atrás y hacia adelante. Chile, 2013**

El resultado de calcular los indicadores de consumo intermedio total, consumo intermedio nacional, consumo intermedio importado, valor agregado, salarios, capital e impuestos sobre el valor bruto de la producción, fue el siguiente para los sectores asociados a la minería para el año 2013:

<sup>33</sup> El mismo caso que la matriz de Estados Unidos (Fuente BEA), que se usó como prueba piloto para la transformación posterior.

**Tabla 5. Indicadores de encadenamientos hacia atrás y encadenamientos hacia adelante. Chile 2013**

Sectores económicos	CIT/VBP	CIN/VBP	CIM/VBP	VA/VBP	W/VBP	K/VBP	T/VBP	Encadenamientos hacia adelante
Minería del Cobre	0,420	0,340	0,080	0,579	0,090	0,488	0,001	0,115
Minería del hierro	0,467	0,432	0,035	0,533	0,080	0,449	0,004	0,161
Minería de otros metalíferos no ferrosos	0,439	0,334	0,105	0,560	0,099	0,459	0,002	0,113
Exploración de otras minas	0,442	0,328	0,114	0,557	0,067	0,490	0,000	0,500
Industrias básicas de hierro y acero	0,823	0,520	0,303	0,175	0,085	0,085	0,005	0,855
Industrias básicas de metales ferrosos	0,797	0,739	0,058	0,185	0,045	0,135	0,005	0,325
Fabricación de productos metálicos	0,543	0,369	0,175	0,455	0,193	0,254	0,007	0,531
<b>Promedio nacional</b>	<b>0,558</b>	<b>0,435</b>	<b>0,123</b>	<b>0,434</b>	<b>0,176</b>	<b>0,251</b>	<b>0,007</b>	<b>0,477</b>

Fuente: Banco Central de Chile, cálculos propios

En el cuadro anterior puede observarse la estructura de comportamiento de la minería del cobre de Chile para el año 2013, el último dato disponible del Banco Central de ese país, así como otros sectores asociados a la minería. En promedio el *Consumo intermedio total/Valor bruto de la producción* (CIT/VBP) es menor que el promedio nacional, con encadenamiento productivo hacia atrás (*Consumo intermedio nacional/Valor bruto de la producción*) menor a la media del país (0,340 mientras el promedio nacional es de 0,435) y además menor que otros sectores asociados a la minería.

La minería del cobre para el 2013 se muestra como una actividad económica con menor cantidad de insumos importados que el promedio nacional, con *Valor agregado/Valor bruto de la producción* por encima de la media nacional (0,579 sobre una media de 0,434), tal como lo era la situación observada en la matriz de insumo- producto del 2008 (Ver anexo 1). El valor agregado que genera el sector de minería del cobre de Chile en el 2013 sigue mostrando ser más intensivo en capital que trabajo.

Todos los sectores de minería muestran para el 2013 una proporción *Salario/Valor bruto de la producción* por debajo de la media nacional (excepto el sector de fabricación de otros productos metálicos). Mientras el indicador *Capital/Valor bruto de la producción* de la minería del cobre se mantuvo por encima de la media nacional (0,488 por encima de un promedio país de 0,251; así como también la minería del hierro, minería de otros metalíferos no ferrosos, exploración de otras minas y también el sector de fabricación de otros productos metálicos, que ha mostrado importantes mejoras entre el 2008 y el 2013.

Cabe destacar, que la minería del cobre en la estructura del 2013 sigue pagando impuestos por debajo de la media nacional y muestra encadenamientos directos hacia adelante por debajo del promedio del país, lo que lo clasifica como sector *No manufacturero de destino final*, es decir,

con bajo encadenamiento hacia adelante y hacia atrás, lo que significa que en cinco años la estructura de encadenamientos productivos del sector no cambió significativamente.

Los sectores con los que la minería del cobre tiene más encadenamientos hacia atrás son: minería del cobre, generación de electricidad y actividades de arquitectura e ingeniería. Por otra parte, muestra más encadenamientos hacia adelante con los sectores: industrias básicas de metales no ferrosos, minería del cobre, fabricación de sustancias químicas básicas. No obstante, cuando se analiza el grado de encadenamiento productivo con sectores de innovación y desarrollo los valores están por debajo de la media nacional, por lo que existe un alto potencial para el fortalecimiento de políticas públicas para esos sectores.

En el siguiente cuadro puede observarse el grado de encadenamiento hacia atrás y otros indicadores con los sectores de mayor innovación y desarrollo en la economía chilena, de acuerdo a la estructura de la matriz insumo- producto del 2013:

**Tabla 6. Encadenamientos hacia atrás y hacia adelante de la minería del cobre con sectores de innovación y desarrollo. Chile 2013**

Sectores económicos	Encadenamientos hacia atrás	Encadenamientos hacia adelante
Industrias básicas de hierro y acero	0,00031	0,85539
Industrias básicas de metales no ferrosos	0,00004	0,32536
Fabricación de productos metálicos	0,00794	0,53077
Fabricación de maquinaria y equipo de uso industrial y doméstico	0,00317	0,50344
Fabricación de maquinaria y equipo eléctrico y electrónico	0,00033	0,42456
Generación de electricidad	0,05083	0,97926
Transmisión de electricidad	0,00321	0,99007
Distribución de electricidad	0,00159	0,59312
Gestión de desechos y reciclaje	0,00099	0,73383
Comercio automotriz	0,00238	0,41486
Transporte ferroviario	0,00200	0,48972
Otras actividades de apoyo al transporte	0,00572	0,80880
Teléfono móvil	0,00066	0,47110
Telefonía fija y de larga distancia	0,00077	0,42983
Otras actividades de telecomunicaciones	0,00105	0,44137
Actividades de servicios informáticos e información	0,00314	0,51440
Actividades de arquitectura e ingeniería	0,04836	0,61865
Otras actividades profesionales, científicas y técnicas	0,00480	0,88896
<b>Total minería del cobre</b>	<b>0,340</b>	<b>0,115</b>

Fuente: Banco Central de Chile, cálculos propios

Como puede observarse en el cuadro, el sector de minería del cobre posee encadenamientos hacia atrás con sectores de innovación y desarrollo, que están por debajo del promedio nacional y por debajo del total de la minería del cobre, lo que significa que el sector de minería del cobre no tiene capacidad superior a la media nacional, para arrastrar sectores de insumos o de consumo intermedio. Respecto a los encadenamientos directos hacia adelante, todos los sectores de innovación y desarrollo tienen mayor capacidad de dinamizar con sus compras a los sectores proveedores de insumos que la minería del cobre.

Los sectores asociados a minería para el 2013 muestran la siguiente clasificación:

**Tabla 7. Tipos de sectores por encadenamientos directos. Chile 2013**

Sectores económicos	Encadenamientos hacia adelante
Minería del Cobre	No Manufacturero destino final
Minería del hierro	No Manufacturero destino final
Minería de otros metalíferos no ferrosos	No Manufacturero destino final
Exploración de otras minas	No manufacturero destino intermedio
Industrias básicas de hierro y acero	Manufacturero destino intermedio
Industrias básicas de metales ferrosos	Manufacturero destino final
Fabricación de productos metálicos	No manufacturero destino intermedio

Fuente: Elaboración propia

Lo que significa que entre el 2008 y el 2013, la estructura de los sectores asociados a la minería no ha cambiado significativamente (Ver anexo 1), manteniéndose la mayor parte de ellos como no manufactureros de destino final o intermedio y con encadenamientos hacia atrás y hacia adelante con la minería del cobre que podrían fortalecerse y consolidarse.

### 3.3.3 Encadenamientos productivos indirectos de Chile. Multiplicadores del producto y la demanda, matriz de Leontief 2013

Los multiplicadores, tanto de producción u oferta como demanda, muestran el efecto total de la producción o consumo de un sector, respecto al resto de los sectores de la economía, recogiendo efectos directos e indirectos<sup>34</sup>.

En el siguiente cuadro, puede verse el comportamiento de los multiplicadores para los sectores asociados a la minería para el año 2013, así como su clasificación por tipo de sector económico:

**Tabla 8. Multiplicadores de la producción y la demanda. Chile, 2013.**

Sectores económicos	Multiplicadores del producto	Multiplicadores de la demanda	Tipo de sector
Minería del Cobre	1,531	2,412	Sector estratégico
Minería del hierro	1,654	1,203	Sector independiente
Minería de otros metalíferos no ferrosos	1,521	1,112	Sector independiente
Exploración de otras minas	1,527	1,538	Sector independiente
Industrias básicas de hierro y acero	1,865	1,752	Sector clave
Industrias básicas de metales ferrosos	2,197	1,246	Sector impulsor
Fabricación de productos metálicos	1,615	1,706	Sector independiente
<b>Promedio nacional</b>	<b>1,728</b>	<b>1,728</b>	

Fuente: Banco Central de Chile. Elaboración propia

<sup>34</sup> Si un multiplicador de la producción es igual a 1,4 eso significa que si la producción de un sector crece en un dólar, produce un crecimiento en el resto de los sectores de 0,4. Igualmente, si el multiplicador de demanda es por ejemplo 1,5, significa que el aumento de la demanda de un sector en 1 dólar, puede provocar que el resto de los sectores tengan que producir 0,5 dólares más para poder suplirla.

Entre el 2008 y 2013, algunos sectores asociados a la minería cambian de clasificación (Ver anexo 2). En el caso de la minería del cobre continúa siendo un sector estratégico, pero el sector de explotación de otras minas pasa de ser un sector estratégico a uno independiente (con multiplicadores de la producción y de la demanda por debajo de la media nacional). Asimismo, el sector de industrias básicas de hierro y acero pasa de ser un sector estratégico a un sector clave (es decir, con multiplicadores de la producción y la demanda por encima del promedio nacional). Finalmente, el sector de productos metálicos pasa de ser un sector estratégico a un sector independiente (y de bajo impacto).

Los sectores nacionales de los que demanda insumos son principalmente: Industrias básicas de metales no ferrosos, acuicultura, electricidad, sectores de alimentos, bebidas alcohólicas, mientras que importa maquinarias, combustibles y transporte marítimo (los de mayor transformación o bienes de capital).

### 3.3.4 Encadenamientos directos hacia atrás y hacia adelante. Perú 2017

Cabe destacar, que en el caso de Perú no aparece el sector de minería del cobre separado del resto de minerales, está agregado en un macro-sector de extracción de minerales y servicios conexos<sup>35</sup>.

El resultado de calcular los indicadores de consumo intermedio total, consumo intermedio nacional, consumo intermedio importado, valor agregado, salarios, capital e impuestos sobre el valor bruto de la producción, fue el siguiente para los sectores asociados a la minería para el año 2017:

**Tabla 9. Indicadores de encadenamiento hacia atrás y encadenamientos hacia adelante. Perú 2017**

Sectores económicos	CIT/VBP	CIN/VBP	CIM/VBP	VA/VBP	W/VBP	K/VBP	T/VBP	Encadenamientos hacia adelante
<b>Extracción de minerales y servicios conexos</b>	0,345	0,328	0,017	0,655	0,149	0,503	0,003	0,007
<b>Fabricación de productos minerales no metálicos</b>	0,564	0,443	0,121	0,436	0,113	0,322	0,001	0,930
<b>Industria básica de Hierro y acero</b>	0,794	0,784	0,010	0,206	0,074	0,132	0,000	0,017
<b>Industrias de metales preciosos y metales no ferrosos</b>	0,646	0,613	0,033	0,354	0,054	0,293	0,006	0,269
<b>Fabricación de productos metálicos diversos</b>	0,583	0,228	0,355	0,417	0,165	0,250	0,001	0,714
<b>Promedio nacional</b>	<b>0,550</b>	<b>0,407</b>	<b>0,143</b>	<b>0,450</b>	<b>0,156</b>	<b>0,290</b>	<b>0,004</b>	<b>0,420</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática de Perú. Cálculos propios

<sup>35</sup> Este sector agregado está conformado por la producción de productos minerales metálicos, productos minerales no metálicos y carbón y servicios de apoyo a la extracción minera. En este agregado está contenido el cobre. Se parte de la premisa que la minería del cobre en Perú, mantiene la misma tendencia de comportamiento que el agregado de minería extractiva que aparece en la matriz de insumo- producto.

En el cuadro anterior puede observarse la estructura de comportamiento de la minería extractiva de Perú para el año 2017, así como otros sectores asociados a la minería. En promedio el *Consumo intermedio total/Valor bruto de la producción* del sector agregado extracción de minerales y servicios conexos, que incluye el sector de cobre, es menor al promedio nacional, con encadenamiento productivo hacia atrás (*Consumo intermedio/Valor bruto de la producción*) menor a la media del país y además menor que otros sectores asociados a la minería (0,328 del sector en comparación a 0,407 del promedio nacional).

La minería extractiva peruana para el 2017 se muestra también como una actividad económica con menor cantidad de insumos importados que el promedio nacional, con *Valor agregado/Valor bruto de la producción* por encima de la media nacional (0,655 por encima de la media nacional de 0,450), tal como lo era en la matriz de insumo- producto del 2007. El valor agregado que genera el sector de minería extractiva de Perú en el 2017 sigue mostrando ser más intensivo en capital que trabajo.

Todos los sectores de minería muestran para el 2017 una proporción *Salario/Valor bruto de la producción* por debajo de la media nacional (excepto el sector de fabricación de productos metálicos diversos). Mientras el indicador *Capital/Valor bruto de la producción* de la minería del cobre se mantuvo por encima de la media nacional (así como también la fabricación de productos minerales no metálicos e industrias de metales preciosos y metales no ferrosos).

Cabe destacar, que la minería extractiva en la estructura de la matriz insumo- producto del 2017 sigue pagando impuestos por debajo de la media nacional (0,003 menor a la media nacional de 0,004) y muestra encadenamientos directos hacia adelante por debajo del promedio del país (0,007 mayor a 0,420 a nivel nacional), lo que lo clasifica como sector *No manufacturero de destino final*, es decir, con bajo encadenamiento hacia atrás y bajo encadenamiento hacia adelante. Esto significa que en 10 años (Ver anexo 3), la minería extractiva es un sector de limitada capacidad de compra de insumos nacionales.

Los sectores asociados a minería para el 2017 muestran la siguiente clasificación:

**Tabla 10. Tipos de sectores por encadenamientos directos. Perú 2017**

Sectores económicos	Encadenamientos hacia adelante
Extracción de minerales y servicios conexos	<b>No Manufacturero destino final</b>
Fabricación de productos minerales no metálicos	<b>Manufacturero destino intermedio</b>
Industria básica de Hierro y acero	<b>Manufacturero de destino final</b>
Industrias de metales preciosos y metales no ferrosos	<b>Manufacturero de destino final</b>
Fabricación de Productos metálicos diversos	<b>No Manufacturero de destino intermedio</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5 Encadenamientos productivos indirectos de Perú. Multiplicadores del producto y la demanda , matriz de Leontief 2017

En el siguiente cuadro, puede verse el comportamiento de los multiplicadores para los sectores asociados a la minería para el año 2017, así como su clasificación por tipo de sector económico:

**Tabla 11. Multiplicadores de la producción y la demanda. Perú, 2017.**

Sectores económicos	Multiplicadores del producto	Multiplicadores de la demanda	Tipo de sector
Extracción de minerales y servicios conexos	1,226	1,092	<b>Sector independiente</b>
Fabricación de productos minerales no metálicos	1,674	1,451	Sector impulsor
Industria básica de Hierro y acero	1,557	1,698	Sector estratégico
Industrias de metales preciosos y metales no ferrosos	1,885	1,165	Sector impulsor
Fabricación de Productos metálicos diversos	1,5151	1,206	Sector independiente
<b>Promedio nacional</b>	<b>1,517</b>	<b>1,517</b>	

Fuente: Elaboración propia, transformación en MatLab

Entre el 2007 y 2017, algunos sectores asociados a la minería cambiaron de clasificación (Ver anexo 4). El sector agregado de minería extractiva se mantuvo como independiente. En el caso de la fabricación de productos minerales no metálicos pasó de clasificarse como sector independiente a sector impulsor en un período de diez años, el sector de industria básica de hierro y acero pasó de sector independiente a estratégico. El sector de industrias de metales preciosos y metales no ferrosos se mantuvo como sector impulsor y el de fabricación de productos metálicos diversos cambió de ser sector estratégico a sector independiente.

El sector extractivo en Perú (donde está el cobre) es un sector independiente porque tiene un multiplicador del producto por debajo de la media nacional (baja interdependencia con la economía) y un multiplicador de la demanda por debajo de la media. No obstante, se trata de un sector que genera valor agregado por encima de la media (0,655 sobre 0,450).

## CAPÍTULO IV: Demanda mundial de cobre. Producción de Chile y Perú. Escenarios de crecimiento de la demanda y producción, brecha oferta- demanda

### 4.1 Producción mundial de cobre

El análisis realizado por CRU Consulting (Perú), refleja tres escenarios de producción mundial de cobre, uno de continuidad, uno de coexistencia, y uno de divergencia. En el escenario de continuidad, se cumplen todos los proyectos de inversión en los países proveedores de cobre. En el escenario de coexistencia y divergencia, se asume que la oferta no tendrá capacidad de ajustarse a las exigencias de la economía mundial, sino a partir del año 2024.

En el escenario de coexistencia se presenta un cambio hacia una matriz energética más limpia a partir del 2024, además de una mayor adopción en el uso de vehículos eléctricos, que aporta mayor crecimiento al consumo de cobre. Finalmente, en el escenario de divergencia, la oferta no se ajusta a la demanda en el corto plazo, pero a partir del 2024 la producción sigue la tendencia de la demanda, incrementándose paulatinamente.

En el siguiente cuadro pueden observarse los tres escenarios de producción a nivel mundial planteados en el documento citado:

**Tabla 12. Producción mundial de cobre 2018-2030. (En millones de TM)**

Años	Escenario 1 (Continuidad)	Escenario 2 (Coexistencia)	Escenario 3 (Divergencia)
2018	23,700	23,700	23,700
2019	24,400	24,400	24,400
2020	24,600	24,600	24,600
2021	24,900	24,900	24,900
2022	25,200	25,200	25,200
2023	25,700	25,700	25,700
2024	25,800	26,100	26,100
2025	25,800	26,800	26,500
2026	25,900	27,100	27,200
2027	25,700	27,600	27,500
2028	25,100	28,100	27,700
2029	24,700	28,500	27,900
2030	24,000	29,100	28,100
TAA (%)	0,10%	1,73%	1,43%

Fuente: CRU & Unidad de Planeación Minera Energética de Perú

En el escenario de continuidad, la producción mundial de cobre crece a una tasa promedio anual de 0,10% entre el 2018 y 2030; en el escenario de coexistencia, la producción de cobre crece en el período a una tasa de 1,73% promedio anual y en el escenario de divergencia, el crecimiento promedio anual es de 1,43%.

### 4.2 Demanda mundial de cobre

Se estima que la demanda mundial de cobre en el largo plazo sea impulsada principalmente por la industrialización y dinamismo de las economías de países en vías de desarrollo, el aumento de la

producción de vehículos eléctricos y la mayor participación de energías renovables en la matriz energética mundial. En este contexto, China sigue siendo el principal demandante de este mineral, para destinarlo a la producción de vehículos eléctricos principalmente (CRU Consulting & Unidad de Planeación Minera Energética, 2018).

De acuerdo al informe de CRU Consulting (2018), el cobre refinado se usa para la producción de alambón, láminas, alambre, tubos, barras y secciones. Los principales usos finales del cobre son la transmisión de energía, construcción y uso en bienes de consumo. En el caso del sector electrónico, se usan los alambres de cobre en distintas aplicaciones, principalmente en la conducción de energía, pero el más innovador e importante de los usos se refiere a la fabricación de automóviles eléctricos, porque un auto de esta naturaleza contiene tres veces más cobre que uno convencional.

Los principales consumidores de cobre en el mundo de acuerdo a CRU Consulting son: China (que demanda el 49% del mineral en el mundo), Alemania (5% del total), Japón (4%), Corea del Sur (3%) y 32% el resto del mundo. No obstante, por estar fuertemente correlacionado con la transmisión de energía y construcción, el cobre es un mineral crítico en el desarrollo de economías emergentes.

Entre los principales sustitutos del cobre, se encuentran el aluminio para aplicaciones eléctricas domésticas, la fibra óptica en el sector de telecomunicaciones, el plástico en el sector de construcción. No obstante, no se estima una sustitución significativa de este mineral en el sector de fabricación de automóviles eléctricos hasta al menos el año 2030, por lo tanto la demanda de este mineral para este fin se considera inelástica.

En la Conferencia Mundial del Cobre realizada en abril del año 2019 en Santiago de Chile, fue presentada una estimación de la expansión de la demanda de cobre por electromovilidad, con una variación total de 3,2 millones de toneladas métricas adicionales al 2030, de manera que entre el 2017 y el 2030, ésta pasa de 28 millones de toneladas métricas del mineral a más de 31 millones de toneladas métricas, a una tasa de crecimiento promedio anual de 1%.

Por otra parte, de acuerdo a las estimaciones de Cochilco, la tasa de crecimiento promedio anual de la demanda del cobre es de 1,5%, provocando una expansión de 28 millones de toneladas a poco más de 34 millones. Mientras que para Wood Mackenzie (Global Copper long-term outlook Q1 2017) está previsto que la demanda mundial de cobre pueda crecer 1,8% entre el 2017 y el 2021, para luego estabilizarse en una tasa de crecimiento de 1,2% entre el 2022 y el 2030. En el siguiente cuadro, puede verse la expansión de la demanda en los tres escenarios mencionados por las fuentes consultadas:

**Tabla 13. Expansión mundial de la demanda de cobre 2017-2030. Escenarios de crecimiento (En millones de TM)**

Años	Escenario 1 (Conferencia Mundial del Cobre)	Escenario 2 (Cochilco, Banco Mundial)	Escenario 3 (Mackenzie)
2017	28,130	28,130	28,130
2018	29,061	28,552	28,636
2019	29,211	29,980	29,152

Años	Escenario 1 (Conferencia Mundial del Cobre)	Escenario 2 (Cochilco, Banco Mundial)	Escenario 3 (Mackenzie)
2020	29,411	29,915	29,676
2021	29,611	29,856	30,211
2022	29,811	30,303	30,573
2023	30,011	30,759	30,940
2024	30,211	31,220	31,311
2025	30,411	31,668	31,687
2026	30,611	32,164	32,067
2027	30,811	32,646	32,452
2028	31,011	33,136	32,842
2029	31,211	33,633	33,236
2030	31,411	34,137	33,635
TAA (%)	0,85%	1,50%	1,38%

Fuente: Conferencia Mundial del Cobre 2019, Cochilco, Banco Mundial, Wood Mackenzie

De acuerdo al segundo escenario de expansión de la demanda del cobre, el incremento de las toneladas métricas de cobre requeridas por los productores sería de 6 millones de toneladas métricas adicionales, el doble que en el primer escenario. En el tercer escenario de expansión de la demanda del cobre, el crecimiento de toneladas métricas sería de 5,5 millones de toneladas métricas adicionales, debido a una expansión mayor de la demanda del cobre para autos eléctricos entre el 2017 y 2021, que luego se estabilizaría hasta el 2030.

#### 4.3 Brecha oferta- demanda mundial de cobre.

De acuerdo a los escenarios que se han analizado para la estimación de la demanda mundial de cobre (de acuerdo a las diferentes fuentes de la Conferencia Mundial del Cobre, Cochilco, Banco Mundial y la consultora Mackenzie) y de la producción mundial de CRU Consulting & la Unidad de Planeación Minera Energética de Perú, se presentan los siguientes escenarios de brecha oferta-demanda y el porcentaje de *shock* que significa esa brecha en la demanda mundial, tal como puede verse en el siguiente cuadro:

**Tabla 14. Brecha Oferta- Demanda 2018-2030. (En millones de TM)**

Años	Escenario 1	% brecha (Esc.1)	Escenario 2	% brecha (Esc.2)	Escenario 3	% brecha (Esc.3)
2018	-5,361	18%	-4,852	17%	-4,936	17%
2019	-4,811	16%	-4,580	16%	-4,752	16%
2020	-4,811	16%	-4,815	16%	-5,077	17%
2021	-4,711	16%	-4,956	17%	-5,311	18%
2022	-4,611	15%	-5,104	17%	-5,373	18%
2023	-4,311	14%	-5,059	16%	-5,240	17%
2024	-4,411	15%	-5,120	16%	-5,211	17%
2025	-4,611	15%	-4,888	15%	-5,817	16%
2026	-4,711	15%	-5,064	16%	-4,867	15%
2027	-5,111	17%	-5,046	15%	-4,952	15%

Años	Escenario 1	% brecha (Esc.1)	Escenario 2	% brecha (Esc.2)	Escenario 3	% brecha (Esc.3)
2028	-5,911	19%	-5,036	15%	-5,142	16%
2029	-6,511	21%	-5,133	15%	-5,336	16%
2030	-7,411	24%	-5,037	15%	-5,535	16%
<b>Promedio</b>	<b>-5,176</b>	<b>17%</b>	<b>-4,976</b>	<b>16%</b>	<b>-5,148</b>	<b>16%</b>

Fuente: Proyecto Fondef ID16I1012 liderado por Raúl O’Ryan, Centro EARTH, Universidad Adolfo Ibáñez. CRU & Unidad de Planeación Minera Energética de Perú

En el primer escenario, la brecha Oferta- Demanda representa en promedio el 17% de la demanda mundial de cobre. En el segundo escenario, la brecha Oferta- Demanda representa en promedio el 16% de la demanda mundial de cobre y en el tercer escenario, esta brecha también representa el 16% de la demanda mundial de cobre.

En los tres escenarios, la brecha entre oferta y demanda, representa entre 16% y 17% de la demanda mundial de cobre. Cabe destacar, que de acuerdo al estudio de CRU Consulting, el 12% de la demanda de cobre al 2030 se debe a la electromovilidad. La brecha de escasez en el mercado mundial del mineral, garantizan las exportaciones crecientes en los países proveedores.

#### 4.4 Producción de cobre de Chile y Perú

En los escenarios de producción de cobre en Chile, estimados por el proyecto Fondef ID16I1012 liderado por Raúl O’Ryan, del Centro EARTH de la Universidad Adolfo Ibáñez, se presentan tres posibilidades para la producción de cobre chileno, un escenario base, un escenario de producción alta y un escenario de producción baja.

En el escenario base o tendencial, la producción de cobre en Chile pasa de 5,504 millones de toneladas métricas en el 2017 a 5,055 millones en el 2030, lo que significa una contracción promedio anual de 1%. Por otra parte, en el escenario alto o el aspiracional, se cumplen todos los proyectos de inversión de Cochilco y la producción se incrementa a una tasa promedio anual de 3,2%, pasando de 5,504 millones de toneladas métricas en el 2017 a 8,300 millones en el año 2030. Finalmente, en el escenario bajo, Cochilco tiene una producción mínima por no cumplir plenamente con sus planes de inversión, con lo que el crecimiento promedio anual entre el 2017 y 2030 es negativo (-1,08%), con lo que la producción de cobre se reduce de 5,504 millones de toneladas métricas a 4,781 toneladas, como puede verse en el siguiente cuadro comparativo:

**Tabla 15. Producción de cobre en Chile 2017-2030. Escenarios de crecimiento (En millones de TM)**

Años	Escenario 1 (Escenario base)	Escenario 2 (Alto)	Escenario 3 (Bajo)
2017	5,504	5,504	5,504
2018	5,576	5,977	5,576
2019	5,934	6,094	5,200
2020	6,024	6,089	4,885
2021	6,115	6,080	4,928
2022	6,160	6,594	4,927
2023	6,309	7,332	5,017
2024	6,324	7,997	4,997
2025	6,200	8,574	4,847

Años	Escenario 1 (Escenario base)	Escenario 2 (Alto)	Escenario 3 (Bajo)
2026	5,626	8,590	4,823
2027	5,569	8,707	4,747
2028	5,456	8,627	4,781
2029	5,147	8,366	4,781
2030	5,055	8,300	4,781
TAA (%)	-0,65%	3,21%	-1,08%

Fuente: Proyecto Fondef ID16I1012 liderado por Raúl O’Ryan, Centro EARTH, Universidad Adolfo Ibáñez

Para estimar el comportamiento de la producción minera de cobre en Perú al 2030 se utiliza el informe de *Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al 2035* de CRU Consulting y la Unidad de Planeación Minera Energética de Perú, que elabora esta proyección de producción de acuerdo a los planes de inversión en el sector.

De acuerdo a esta estimación de CRU Consulting y la Unidad de Planeación Minera Energética de Perú, si se cumplen todos los proyectos de inversión, la producción pasa de 2,450 millones de toneladas métricas en el 2017 a 3,200 millones de toneladas métricas, lo que significa un crecimiento promedio anual de 2,08%, tal como puede verse en el siguiente cuadro:

**Tabla 16. Producción de cobre en Perú 2017-2030. (En millones de TM)**

Años	Producción de cobre
2017	2,500
2018	2,500
2019	2,600
2020	2,500
2021	2,700
2022	2,900
2023	3,200
2024	3,400
2025	3,700
2026	3,800
2027	3,800
2028	3,700
2029	3,400
2030	3,200
TAA (%)	2,08%

Fuente: CRU & Unidad de Planeación Minera Energética de Perú

De acuerdo al escenario de mayor crecimiento de producción de los dos países, donde se cumplen satisfactoriamente los planes de inversión, el resultado de la producción u oferta conjunta sería el siguiente:

**Tabla 17. Producción conjunta de cobre de Chile y Perú 2017-2030. (En millones de TM)**

Años	Producción conjunta en escenario de producción alta
2017	7,954
2018	8,455
2019	8,646
2020	8,689
2021	8,780
2022	9,494
2023	10,532
2024	11,397
2025	12,454
2026	12,390
2027	12,507
2028	12,327
2029	11,766
2030	11,500
<b>TAA (%)</b>	<b>2,88%</b>

Fuente: Proyecto Fondef ID16I1012 liderado por Raúl O’Ryan, Centro EARTH, Universidad Adolfo Ibáñez. CRU & Unidad de Planeación Minera Energética de Perú

En el escenario alto, el crecimiento promedio anual es aproximadamente de 3%. Ambos países aportan el 40% de la oferta mundial del mineral al 2030, Chile aporta el 29% de la oferta total y Perú aporta el 11%.

#### 4.5 Shock de demanda por electromovilidad en las economías de Chile y Perú

Dadas las condiciones del mercado mundial y la participación promedio que se espera que Chile y Perú tengan en la oferta mundial de cobre al año 2030 (40%), un *shock* expansivo por electromovilidad en un escenario donde se cumplan las metas de los planes de inversión en los dos países, resulta en las siguientes cantidades adicionales exportadas con ese fin:

**Tabla 18. Tamaño del shock por electromovilidad, en términos de cantidades (Millones de TM) para Chile y Perú**

	Chile	Perú
Producción línea base (Millones de TM)	5,776	2,500
Producción al 2030 (Millones de TM)	8,300	3,200
Tasa de crecimiento de la producción	44%	28%
Exportaciones línea base (Millones de TM)	5,025	2,150
Exportaciones totales al 2030 (Millones de TM)	7,221	2,752
Tasa de crecimiento de las exportaciones	44%	28%
Exportaciones al 2030 (Millones de TM) generadas por electromovilidad	251,29	36,33

Fuente: Banco Central de Chile, Inei. Cálculos propios

En Chile, la expansión de la producción al 2030 significa un crecimiento del 51%, mientras representa un crecimiento de la producción física de Perú de 28%. Manteniendo la premisa de propensión a exportación de cobre de 87% para Chile y 86% para Perú, el crecimiento de la producción significa que los volúmenes de exportación crecen a la misma tasa.

Por otra parte, si se calcula el peso relativo de la electromovilidad entre los dos principales países proveedores de cobre, que representan el 40% de la oferta mundial al 2030, un *shock* de electromovilidad representa un 3,48% para Chile (el 12% sobre su participación del 29%) y un 1,32% para Perú (el 12% sobre su participación total de 11% en el mercado mundial), para un total de 4,8% del shock de electromovilidad sobre Chile y Perú, lo que significa 251,29 millones de toneladas métricas de exportación para Chile y 36,33 millones de toneladas métricas para Perú bajo este concepto.

## Capítulo V: Evaluación de los efectos macro y micro de un shock de demanda de minerales ante la estructura económica existente en Chile y Perú.

### 5.1 Chile

De acuerdo a la estructura económica chilena, la propensión a exportar del sector del cobre, bajo el indicador “propensión a exportar” (*Exportaciones/Valor Bruto de la Producción*) es del 87%, lo que significa que la mayor parte de la producción de cobre en el país no se usa como insumo para industrias innovadoras de la economía, sino que se destina directamente a ventas en el extranjero.

Los sectores económicos en Chile con mayor propensión a exportar son: cobre (87%), elaboración y conservación de pescados y mariscos (86%), minería del hierro (82%), minería de otros metalíferos no ferrosos (80%), transporte marítimo (79%), elaboración de vinos (64%) y otras actividades de servicios personales (62%). En el sector del cobre, coincide con que se trata de un sector no manufacturero de destino final, es decir tiene bajos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, con baja conexión con el tejido productivo nacional y orientando gran parte de su producción a los mercados extranjeros.

A grandes rasgos, el volumen de exportaciones sectoriales puede considerarse como un indicador que refleja alguna ventaja comparativa, mientras que las importaciones develan desventajas frente al resto del mundo (Schuschny, 2005). Desde ese criterio, los sectores que más exportan, entre ellos el cobre, tienen ventajas comparativas. El cociente entre ambos (*Exportaciones/Importaciones*) conocido como “tasa de cobertura”, permite medir de manera elemental el grado de competitividad de un sector por la capacidad de posicionar productos en el extranjero.

Los sectores más competitivos de acuerdo al indicador de cobertura son: elaboración y conservación de pescados y mariscos, otras actividades de servicios personales, elaboración de harina y aceite de pescado, minería del hierro, elaboración de vinos, aserraderos y acepilladuras de madera y también minería del cobre. En el siguiente cuadro, puede verse el comportamiento de los indicadores mencionados para los sectores económicos de Chile que aparecen en la última versión de la matriz Insumo-Producto (año 2013):

**Tabla 19. Ventajas comparativas y competitivas de los sectores económicos chilenos**

Sectores económicos	Propensión a exportar	Tasa de cobertura
Minería del cobre	87%	10,97
Elaboración y conservación de pescados y mariscos	86%	33,85
Minería del hierro	82%	23,09
Minería de otros metalíferos no ferrosos	80%	7,63
Transporte marítimo	79%	1,05
Elaboración de vinos	64%	17,64
Fabricación de celulosa	64%	8,24
Otras actividades de servicios personales	62%	31,79
Aserraderos y acepilladuras de madera	57%	14,71
Elaboración de harina y aceite de pescado	48%	30,22

Fuente: Banco Central de Chile. Cálculos propios

Cabe destacar, que de acuerdo a la estructura de la matriz insumo-producto del 2013, existen varios sectores de la economía chilena que muestran simultáneamente ventajas comparativas y ventajas competitivas, entre ellos el sector del cobre. Por lo tanto, se debe invertir en ellos y fortalecer encadenamientos productivos, generar crecimiento y desarrollo económico ante un *shock* de demanda mundial de este mineral. La minería de cobre representa un sector de baja generación de empleo, pero tiene un efecto multiplicador de la demanda por encima de la media nacional, lo que lo convierte en un sector estratégico, es decir, un sector que demanda pocos insumos, pero es capaz de dinamizar la actividad de otros sectores.

Suponiendo *ceteris paribus*<sup>36</sup> del resto de los sectores económicos que no están asociados directamente a la minería del cobre, así como de los multiplicadores del producto y de la demanda de la matriz insumo producto del 2013 (que representa la línea base de medición), un *shock* de demanda de cobre con la estructura actual de la economía chilena impulsado por electromovilidad, generaría un cambio en el crecimiento de la economía (en términos de valor bruto de la producción y en las remuneraciones a factores productivos). Se simula el *shock* para Chile, de acuerdo a las siguientes premisas:

**Tabla 20. Premisas de la simulación del shock de demanda por electromovilidad sobre la economía chilena**

Premisas	VBP
VBP Cobre 2013 (MM de pesos chilenos)	23.250
VBP de cobre dirigida a electromovilidad (MM de pesos) al 2030	1.012
Cambio porcentual del VBP de cobre al incluir electromovilidad	5%
Exportaciones de cobre 2013 (MM de pesos chilenos)	20.329
Cambio porcentual de las exportaciones de cobre al incluir electromovilidad	5%

Fuente: Banco Central de Chile, cálculos propios

De acuerdo a las premisas utilizadas, el *shock* de electromovilidad al 2030 genera una oferta de 251 millones de toneladas métricas de cobre al 2030, que se valoran en 1.012 MM de pesos al precio implícito 2013, lo que incrementa el Valor Bruto de la Producción del sector del cobre en 5%, incrementando las exportaciones en 5%.

La simulación del *shock* se realizó variando el componente exportaciones del vector de demanda final del Valor Bruto de la Producción (Consumo hogares + Gasto del gobierno + Formación Bruta de Capital + Variación de existencias + Exportaciones) bajo la condición *Ceteris Paribus*. Ese cambio en las exportaciones genera una variación de la Demanda Final, que de acuerdo al peso de cada componente en el total y los ponderadores de demanda final  $(CP/VBP + G/VBP + I/VBP + VE/VBP + X/VBP)$ <sup>37</sup> provoca una variación del vector de Demanda Final y del vector de VBP. Posteriormente, se multiplica la matriz de Leontief (efectos directos e indirectos) por el

<sup>36</sup> *Ceteris paribus* en economía significa “todo lo demás constante” haciendo referencia a una variación de un solo factor dentro de un sistema, manteniendo todos los demás componentes sin variar.

<sup>37</sup> Donde: CP: es consumo de los hogares, G: Gasto, I: Inversión o Formación Bruta de Capital, VE: Variación de Existencias, X: Exportaciones.

vector de demanda final, resultando un vector de 111 filas y 1 columna, que recoge el efecto del *shock* de demanda sobre cada sector de la economía (111 sectores), a partir del cálculo respecto al comportamiento en línea base:

$$VBP = (I - A)^{-1} * DF (CP+G+I+VE+X)$$

En el escenario al 2030 un *shock* de crecimiento de exportaciones de aproximadamente 5% por electromovilidad genera un crecimiento de la economía de 1,29% por efectos directos e indirectos, lo que significa que un incremento de 251 millones de toneladas métricas de cobre exportadas para el objetivo de electromovilidad, produce una expansión de la economía de poco más de 1%, *ceteris paribus* (Ver tabla 21). Este *shock* afecta la producción de otros sectores conexos, siendo los sectores con mayores tasas de variación respecto a la situación de línea base: el sector de minería de cobre (4,73%), transmisión de electricidad (1,81%), generación de electricidad (1,66%), transporte por tuberías (1,33%), transporte ferroviario (1,19%), actividades de arquitectura e ingeniería (1,05%), suministro de gas y vapor (0,98%), fabricación de otros productos químicos (0,97%), reparación de maquinaria y equipos (0,64%), actividades de alquiler y arrendamiento (0,56%).

**Tabla 21. Resultados del shock de demanda provocado por la electromovilidad sobre el sector de cobre al 2030. MM de pesos a precios reales del 2013**

Multiplicadores	Línea base	Escenario 2030
VBP sector cobre	23.250	24.349
Tasa de crecimiento sector cobre		<b>4,73%</b>
Tasa de crecimiento de la economía		<b>1,29%</b>

Fuente: Cálculos propios

Respecto al efecto del *shock* de demanda de cobre en la estructura de las remuneraciones del trabajo, capital e impuestos de la economía chilena al 2030, *ceteris paribus* la estructura de las remuneraciones de la matriz insumo producto 2013, resulta el siguiente comportamiento de sueldos y salarios, ganancias e impuestos indirectos, incluyendo efecto multiplicador para la economía (Ver tabla 22):

**Tabla 22. Efecto sobre las remuneraciones a los factores productivos de la economía ante shock de demanda de cobre al 2030 (MM de pesos)**

<b>Efectos directos e indirectos</b>	<b>Línea base</b>	<b>Escenario al 2030</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
W (Salarios)	83.003	82.725	0,34%
K (Capital)	112.406	111.377	0,92%
T (Impuestos indirectos)	2.266	2.261	0,23%
VA (Valor agregado)	197.675	196.363	0,67%

Fuente: Banco Central de Chile. Cálculos propios

Como puede observarse en el cuadro, en el escenario al 2030 un *shock* de electromovilidad que provoca una expansión de las exportaciones en 5%, genera una mayor expansión de excedentes de capital en la economía, que el crecimiento de los salarios y los impuestos.

Los sectores económicos con mayor expansión de salarios en efectos directos e indirectos son: minería de cobre, fabricación de sustancias químicas, fabricación de otros productos químicos, generación de electricidad, transmisión de electricidad, suministro de gas y vapor, transporte ferroviario, transporte por tuberías, transporte marítimo, actividades de arquitectura e ingeniería.

Los sectores económicos con mayor expansión de ganancias o excedentes de capital al 2030 son: minería del cobre, fabricación de otros productos químicos, fabricación de productos de caucho, generación de electricidad, transmisión de electricidad, suministro de gas y vapor, transporte ferroviario, transporte marítimo, actividades de arquitectura e ingeniería. Por otra parte, los sectores económicos que en este escenario enfrentan un mayor crecimiento del aporte de impuestos indirectos son: extracción de petróleo y gas natural, minería de cobre, reparación de maquinaria y equipo, generación de electricidad, transmisión de electricidad, transporte ferroviario, transporte por tubería, transporte marítimo, actividades de arquitectura e ingeniería.

## 5.2 Perú

De acuerdo a la estructura económica peruana, la propensión a exportar del sector del cobre, que se encuentra agregado en el macro- sector “extracción de minerales y servicios conexos” bajo el indicador “propensión a exportar” (*Exportaciones/Valor Bruto de la Producción*) es del 86%, lo que significa que la mayor parte de la producción de cobre y de minerales metálicos en este país, al igual que en Chile, no se usa como insumo para industrias innovadoras del sistema económico, sino que se destina a ventas en el extranjero.

Los sectores económicos en Perú con mayor propensión a exportar son: elaboración de harina y aceite de pescado (100%), elaboración y preservación de pescado (92%), extracción de minerales y servicios conexos (86%), industrias de metales preciosos y metales no ferrosos (79%), fabricación de sustancias químicas básicas y abonos (77%), pesca y acuicultura (77%), procesamiento y conservación de frutas y vegetales (65%), otras industrias manufactureras (63%), elaboración de otros productos alimenticios (41%) y alquiler de vehículos, maquinaria y

equipos (38%). En el sector de cobre, que se encuentra agregado con otros sectores de la minería metálica, se encuentra que se trata de un sector no manufacturero de destino final, es decir que tiene bajo encadenamiento directo hacia adelante y bajo hacia atrás, por lo tanto posee una demanda de insumos baja, siendo el destino de la producción las exportaciones.

Los sectores más competitivos, de acuerdo al indicador de cobertura son: pesca y acuicultura, extracción de minerales y servicios conexos, industria de metales preciosos y de metales no ferrosos, elaboración de harina y aceite de pescado, procesamiento y conservación de frutas y vegetales, elaboración y preservación de pescado y, alojamiento y restaurantes. En el siguiente cuadro, puede verse el comportamiento de los indicadores mencionados para los sectores económicos de Perú:

**Tabla 23. Ventajas comparativas y competitivas de los sectores económicos peruanos**

Sectores económicos	Propensión a exportar	Tasa de cobertura
Elaboración de harina y aceite de pescado	100%	22,42
Elaboración y preservación de pescado	92%	3,54
Extracción de minerales y servicios conexos	86%	52,00
Industrias de metales preciosos y metales no ferrosos	79%	23,77
Fabricación de sustancias químicas y abonos	77%	0,20
Pesca y acuicultura	77%	4,19
Procesamiento y conservación de frutas y vegetales	65%	5,66
Otras industrias manufactureras	63%	1,88
Elaboración de otros productos alimenticios	41%	1,85
Alquiler de vehículos, maquinaria y equipos	38%	0,33
Alojamiento y restaurantes	10%	2,36

Fuente: INEI. Cálculos propios

Cabe destacar, que de acuerdo a la estructura de la matriz insumo-producto del 2017, existen varios sectores de la economía peruana que muestran simultáneamente ventajas comparativas y ventajas competitivas, entre ellos el sector agregado del cobre, elaboración de harina y aceite de pescado. Por lo tanto, se debe invertir en ellos y fortalecer encadenamientos productivos, para generar crecimiento y desarrollo económico ante un shock de demanda mundial de este mineral, que representa un sector bajo generador de empleo, y es un sector independiente, es decir, de bajo impacto en la economía.

Suponiendo *ceteris paribus* del resto de los sectores económicos que no están asociados directamente a la minería del cobre, así como de los multiplicadores del producto y de la demanda de la matriz insumo producto del 2017 (que representa la línea base de medición), un *shock* de demanda de cobre con la estructura actual de la economía peruana impulsado por electromovilidad, generaría un cambio en el crecimiento de la economía (en términos de valor bruto de la producción y en las remuneraciones a factores productivos). Se simula el *shock* para Perú de acuerdo a las siguientes premisas (Ver tabla 24):

**Tabla 24. Premisas de la simulación del shock de demanda por electromovilidad sobre la economía peruana**

Premisas	VBP
VBP Cobre 2017 (Millones de nuevos soles)	82.166
VBP de cobre dirigida a electromovilidad (MM de pesos) al 2030	1.194
Cambio porcentual del VBP de cobre al incluir electromovilidad	1,5%
Exportaciones de cobre 2013 (MM de pesos chilenos)	78.535
Cambio porcentual del VBP de cobre al incluir electromovilidad	1,5%

Fuente: INEI, cálculos propios

De acuerdo a las premisas utilizadas, el *shock* por electromovilidad al 2030 genera una oferta de 36 millones de toneladas métricas adicionales de cobre al 2030, que se valoran en 1.194 millones de nuevos soles, lo que incrementa las exportaciones en 1,5%, incrementando también el Valor Bruto de la Producción del sector del cobre en 1,5%.

En el escenario al 2030 un *shock* de crecimiento de exportaciones de aproximadamente 2% generado por electromovilidad provoca una expansión de la economía de 0,52%, considerando efectos directos e indirectos (Ver tabla 25). En este escenario, los sectores con mayores tasas de variación respecto a la situación de línea base son: extracción de minerales y servicios conexos (1,45%), fabricación de productos lácteos (1,03%), fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos (0,43%), agencias de viaje y operadores (0,24%), alojamiento y restaurantes (0,21%), actividades inmobiliarias (0,13%), impresión y reproducción de grabaciones (0,12%), fabricación de productos químicos (0,11%), salud (0,11%).

**Tabla 25. Resultados del shock de demanda provocado por la electromovilidad sobre el sector de cobre de Perú al 2030. Millones de nuevos soles**

Multiplicadores	Línea base	Escenario 2030
VBP cobre	82.166	83.360
Tasa de crecimiento sector cobre		<b>1,45%</b>
Tasa de crecimiento de la economía		<b>0,52%</b>

Fuente: CRU Consulting. Cálculos propios

El shock por el incremento de 36,33 millones de toneladas métricas de cobre al 2030 para exportaciones con destino de la electromovilidad, provocan un crecimiento de la economía de apenas 0,52%, *ceteris paribus*. A diferencia del caso chileno, la minería del cobre en Perú tiene encadenamientos directos e indirectos en la economía con más potencial de fortalecimiento.

Respecto al efecto de los escenarios de *shock* de demanda de cobre en la estructura de las remuneraciones del trabajo, capital e impuestos de la economía peruana al 2030, *ceteris paribus* la estructura de las remuneraciones de la matriz insumo producto 2017, resulta el siguiente comportamiento de sueldos y salarios, ganancias e impuestos indirectos (Ver tabla 26):

**Tabla 26. Efecto sobre las remuneraciones a los factores productivos de la economía ante *shock* de demanda de cobre al 2030 (Millones de nuevos soles)**

<b>Efectos directos e indirectos</b>	<b>Línea base</b>	<b>Escenario al 2030</b>	<b>Tasa de crecimiento</b>
W (Salarios)	270.272	270.632	0,13%
K (Capital)	534.014	535.114	0,21%
T (Impuestos indirectos)	6.501	6.510	0,14%
VA (Valor agregado)	810.787	812.256	0,18%

Fuente: INEI. Cálculos propios

Como se observa en el cuadro anterior, en el escenario al 2030 un *shock* de electromovilidad que provoca una expansión de las exportaciones en 1,5%, genera una expansión de sueldos y salarios de 0,13%, de los excedentes de capital en 0,21%, de los impuestos indirectos en 0,14%, y una expansión del valor agregado en 0,18%, lo que significa que el factor mejor remunerado en esta situación es el capital.

Los sectores económicos con mayor expansión de remuneraciones son: pesca y acuicultura; extracción de minerales y servicios conexos; fabricación de productos lácteos; fabricación de textiles; fabricación de productos químicos; fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos; transporte, almacenamiento y mensajería; alojamiento y restaurantes; salud.

## Capítulo VI: Recomendaciones de política pública para Chile y Perú

### 6.1 Recomendaciones basadas en la simulación del shock y las estructuras de las economías analizadas

#### 6.1.1 Chile

La minería de cobre en Chile representa una actividad económica no manufacturera de destino final, con bajo encadenamiento con la actividad productiva de la economía nacional, especialmente en los sectores de innovación y desarrollo, y con una alta propensión a exportar. Sin embargo, se clasifica como sector estratégico, porque provee de divisas a otros sectores y es capaz de dinamizarlos. De allí la importancia de estructurar la política pública prospectivamente, es decir, analizando escenarios de *shocks* externos para tomar decisiones pertinentes *ex – ante* y mitigar costos de oportunidad.

De acuerdo a la estructura económica utilizada a través de la matriz Insumo- Producto de Chile correspondiente al año 2013, se recomienda estructurar la política pública considerando el objetivo que se quiere analizar. De esa manera, si el objetivo es el crecimiento económico, se recomienda enfocar la inversión en sectores con multiplicadores de producción más altos, como una manera de contrarrestar los *shocks* externos generados por los *commodities* como el cobre (EGAP & Tec de Monterrey, 2005).

Dada la estructura económica de Chile para el año 2013, esos sectores con altos multiplicadores de producción son: elaboración y conservación de pescados y mariscos (2,86), acuicultura (2,53), elaboración y conservación de carne (2,53), crías de aves de corral (2,31), distribución de electricidad (2,29), elaboración de cueros y sus productos (2,28), aserrados y acepilladuras de madera (2,24), elaboración de piscos y licores (2,21), industrias básicas de metales no ferrosos (2,20), fabricación de productos de madera (2,13). Estos sectores son importantes generadores de empleo (ver anexo 5 y anexo 6).

Si el objetivo de la política pública es el crecimiento endógeno, es necesario incentivar la inversión en actividades con multiplicadores de producción altos y bajos niveles de importación, tales como: acuicultura y distribución de electricidad.

Por otra parte, si el objetivo es mejorar los niveles de bienestar de los trabajadores, se debe enfocar la inversión nacional y extranjera a desarrollar sectores económicos con elevados multiplicadores sobre remuneraciones o ingresos, tales como (ver anexo 7): minería de cobre, fabricación de sustancias químicas básicas, fabricación de otros productos químicos, generación de electricidad, transmisión de electricidad, suministro de gas y vapor, transporte ferroviario, transporte por tuberías (gasoductos y oleoductos), transporte marítimo, actividades de arquitectura e ingeniería.

Finalmente, si el objetivo de la política pública es la generación de producción y empleo, se debe incentivar la inversión y promover políticas industriales enfocadas en sectores económicos con multiplicadores de producción alto, además de altos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, tales como: cría de aves de corral, acuicultura, elaboración y conservación de carne, elaboración y conservación de pescados y mariscos, elaboración de piscos y licores, aserraderos y acepilladuras de madera, industrias básicas de metales no ferrosos y distribución de electricidad.

En el siguiente cuadro, se resumen los sectores que deben ser focos de inversión de acuerdo a los objetivos de política pública y pueden verse cuáles coinciden de acuerdo a los distintos objetivos:

**Tabla 27. Sectores foco de acuerdo a distintos objetivos de política pública**

Crecimiento económico	Crecimiento endógeno	Mejora del bienestar de los trabajadores	Generación de producción y empleo
Elaboración y conservación de pescados y mariscos			Elaboración y conservación de pescados y mariscos
Acuicultura	Acuicultura		Acuicultura
Elaboración y conservación de carne			Elaboración y conservación de carne
Crías de aves de corral			Cría de aves de corral
Distribución de electricidad	Distribución de electricidad		Distribución de electricidad
Elaboración de cueros y sus productos			
Aserrados y acepilladuras de madera			Aserrados y acepilladuras de madera
Elaboración de piscos y licores			Elaboración de piscos y licores
Industrias básicas de metales no ferrosos			Industrias básicas de metales no ferrosos
Fabricación de productos de madera			
		Minería de cobre	
		Fabricación de sustancias químicas básicas	
		Fabricación de otros productos químicos	
		Generación de electricidad	
		Transmisión de electricidad	
		Suministro de gas y vapor	
		Transporte ferroviario	
		Transporte por tuberías	
		Transporte marítimo	
		Actividades de arquitectura e ingeniería	

Fuente: Banco Central de Chile. Elaboración propia

De acuerdo a estos resultados clasificados, los sectores que cumplen al menos dos objetivos de política pública (crecimiento económico y generación de producción y empleo) y por lo tanto deben ser foco de inversión y políticas industriales, entre los 111 sectores económicos que presenta la matriz Insumo Producto de Chile son: elaboración y conservación de pescados y mariscos, acuicultura, elaboración y conservación de carne, crías de aves de corral, distribución de electricidad, aserrados y acepilladuras de madera, elaboración de piscos y licores e industrias básicas de metales no ferrosos.

Se sugiere aplicar políticas industriales de incentivo, así como fomentar la inversión extranjera directa en sectores estratégicos que son esencialmente exportadores, además que poseen ventajas

comparativas y competitivas en el mercado internacional y pueden ingresar divisas a la economía, acción que con la política cambiaria adecuada permita compensar *shocks* externos y activar políticas de largo plazo, sectores como minería de cobre, elaboración y conservación de pescados y mariscos, minería de hierro, minería de otros metalíferos no ferrosos, transporte marítimo, elaboración de vinos, fabricación de celulosa.

Se recomienda como foco de la política pública fortalecer los encadenamientos de los sectores conexos a la minería de cobre con los sectores de innovación y desarrollo<sup>38</sup>, además de incrementar la inversión pública en los sectores conexos a la construcción, manteniendo la eficiencia de un fondo de estabilización macroeconómica que permita financiar la inversión en obras públicas, incluso en fases contractivas del ciclo macroeconómico.

Se encuentra que los sectores que más crecen a partir del *shock* expansivo son precisamente los sectores que apalancan el objetivo de mejorar el bienestar de los trabajadores, porque tienen niveles más altos de remuneraciones al trabajo y a otros factores productivos: minería de cobre, fabricación de sustancias químicas básicas, fabricación de otros productos químicos, generación de electricidad, transmisión de electricidad, suministro de gas y vapor, transporte ferroviario, transporte por tuberías, transporte marítimo y actividades de arquitectura e ingeniería.

En todo caso, para mantener la calidad de vida de los trabajadores y mantener estables los niveles de bienestar, se recomienda diseñar políticas anti-cíclicas orientadas a mantener el equilibrio de estos sectores sensibles a los *shocks* externos.

En los escenarios de simulación de un *shock* de exportaciones generado por el incremento de la demanda mundial de cobre por electromovilidad al 2030, para Chile y Perú, resulta un incremento positivo de la economía sobre sectores económicos que impactan el bienestar de los trabajadores, por lo que se recomienda como objetivo de política pública de largo plazo, fortalecer los encadenamientos productivos del sector de minería de cobre con los sectores de innovación y desarrollo, para apuntar a producir insumos para la producción mundial de autos eléctricos y mitigar los riesgos de *shocks* de demanda negativos sobre la economía.

Es fundamental como medida de política pública fortalecer algunos factores de competitividad en el sector de cobre, para incrementar los encadenamientos directos en sectores de innovación y desarrollo de la economía, mejorar las condiciones de los factores productivos (política educativa enfocada en los sectores de innovación y desarrollo asociada al cobre y a la política de electromovilidad; así como el fomento de ecosistemas de innovación, un Sistema Nacional de Innovación y clusters mineros), implementación de políticas de incentivo para convertir el sector de minería de cobre en proveedor de sectores económicos de innovación y desarrollo, especialmente respecto a la política de electromovilidad. Todas estas políticas mencionadas representan medidas necesarias para reducir el efecto negativo de *shocks* contractivos de la exportación de cobre.

Asimismo, se recomienda crear las condiciones institucionales que faciliten un mayor flujo de Inversión Extranjera Directa (IED) en el sector de cobre, para reducir el impacto negativo en la economía de una contracción productiva por crisis de expectativas. Esto implica fortalecer el sistema financiero a través de políticas crediticias coherentes con el plan de innovación y

---

<sup>38</sup> Como electricidad, gestión de desechos y reciclaje, telefonía, otros servicios de telecomunicaciones, actividades de arquitectura e ingeniería, otras actividades científicas y técnicas, educación pública y privada, entre otras.

desarrollo, alinear la política educativa y tecnológica, así como integrar y alinear la política educativa, con las políticas tecnológica e industrial enfocadas en sectores con altos multiplicadores de la producción. Se debe diversificar la inversión nacional y extranjera, en sectores con competitividad internacional, para reducir la dependencia de las divisas provenientes del cobre.

### **6.1.2 Perú**

Al igual que en Chile, la minería de cobre peruana es una actividad no manufacturera de destino final, con bajo encadenamiento con la economía nacional y una alta propensión a exportar. Aunque no representa un sector estratégico ni clave, genera valor agregado por encima de la media nacional. Cabe destacar, que en la información de la matriz de Insumo- Producto de Perú, la minería de cobre viene agregada con toda la actividad minera en el macro- sector extracción de minerales y servicios conexos, por lo que puede presentar heterogeneidad en los resultados.

De acuerdo a la estructura económica analizada a través de la matriz Insumo- Producto de Perú correspondiente al año 2017, se recomienda estructurar la política pública por objetivos. Si el objetivo es el crecimiento económico, se recomienda enfocar la inversión en sectores con los multiplicadores de producción más altos, como elaboración de alimentos preparados para animales (2,12); procesamiento y conservación de carnes (2,07); elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal (2,06); elaboración de harina y aceite de pescado (2,04); refinación de petróleo (2,02); elaboración de otros productos alimenticios (2,01); molinería y panadería (1,98); fabricación de productos lácteos (1,96); elaboración y preservación de pescado (1,89); industrias de metales preciosos y de metales no ferrosos (1,89), la mayor parte sectores de producción de alimentos.

Por otra parte, si el objetivo es mejorar los niveles de bienestar de los trabajadores, se debe enfocar la inversión nacional y extranjera a desarrollar sectores económicos con elevados multiplicadores sobre remuneraciones o ingresos, tales como: extracción de minerales y servicios conexos; fabricación de productos lácteos; fabricación de sustancias químicas básicas y abonos; transporte, almacenamiento, correo, mensajería; alojamiento y restaurantes; telecomunicaciones; actividades inmobiliarias.

Finalmente, si el objetivo de la política pública es la generación de producción y empleo, se debe incentivar la inversión y promover políticas industriales enfocadas en sectores económicos con multiplicadores de producción alto, además de altos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, tales como: procesamiento y conservación de carnes; elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal; fabricación de productos lácteos; molinería, panadería y otros; elaboración de otros productos alimenticios y refinación de petróleo, por lo tanto el mayor énfasis de la política pública debe hacerse en el sector manufacturero alimenticio.

En el siguiente cuadro, se resumen los sectores que deben ser focos de inversión de acuerdo a los objetivos de política pública y pueden verse cuáles coinciden de acuerdo a los distintos objetivos:

**Tabla 28. Sectores foco de acuerdo a distintos objetivos de política pública**

Crecimiento económico	Crecimiento endógeno	Mejora del bienestar de los trabajadores	Generación de producción y empleo
Elaboración de alimentos preparados para animales			
Procesamiento y conservación de carnes			Procesamiento y conservación de carnes
Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal			Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal
Elaboración de harina y aceite de pescado			
Refinación de petróleo			Refinación de petróleo
Elaboración de otros productos alimenticios			Elaboración de otros productos alimenticios
Molinería y panadería			Molinería y panadería
Fabricación de productos lácteos		Fabricación de productos lácteos	Fabricación de productos lácteos
Elaboración y preservación de pescado			
Industrias de metales preciosos y de metales no ferrosos			
		Extracción de minerales y servicios conexos	
		Fabricación de sustancias químicas básicas y abonos	
		Transporte, almacenamiento, correo, mensajería	
		Alojamiento y restaurantes	
		Telecomunicaciones	
		Actividades inmobiliarias	

Fuente: INEI. Elaboración propia

De acuerdo a estos resultados clasificados, entre los sectores que cumplen al menos dos objetivos de política pública (crecimiento económico y generación de producción y empleo) y por lo tanto deben ser foco de inversión y políticas industriales entre los 54 sectores económicos que presenta la matriz Insumo Producto de Perú, tenemos: procesamiento y conservación de carnes; elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal; refinación de petróleo<sup>39</sup>; elaboración de otros productos alimenticios; molinería y pastelería; fabricación de productos lácteos.

Asimismo se sugiere aplicar políticas industriales de incentivo y fomentar la inversión extranjera directa en sectores estratégicos que son esencialmente exportadores, además que poseen ventajas comparativas y competitivas en el mercado internacional y pueden ingresar divisas a la economía y financiar políticas de largo plazo, sectores como: elaboración de harina y aceite de pescado; elaboración y preservación de pescado; extracción de minerales y servicios conexos; pesca y acuicultura; procesamiento y conservación de frutas y vegetales.

<sup>39</sup> Este sector revela el tipo de matriz energética que predomina en Perú, cambiarla implica una mayor inversión en sectores de innovación y desarrollo en energías renovables.

Se recomienda como foco de la política pública, al igual que en el caso de Chile, fortalecer los encadenamientos de los sectores conexos a la minería de cobre con los sectores de innovación y desarrollo<sup>40</sup>.

Es importante como medida de política pública fortalecer algunos factores de competitividad en el sector de cobre y de la minería, para incrementar los encadenamientos directos en sectores de innovación y desarrollo de la economía peruana, mejorar las condiciones de los factores productivos, implementar políticas de incentivo para convertir el sector de minería de cobre en proveedor de sectores económicos de innovación y desarrollo, cumplir todos los planes de inversión del sector y crear las condiciones institucionales que faciliten un mayor flujo de Inversión Extranjera Directa (IED) en el sector, para reducir el impacto negativo en la economía.

## 6.2 Recomendaciones basadas en las características del sector de minería de cobre en Chile y Perú

### 6.2.1 Chile

Para hacer recomendaciones asociadas a las características de la minería de cobre chilena, se presenta el siguiente análisis FODA a partir del cual se recomiendan estrategias de políticas públicas, para potenciar fortalezas, mitigar debilidades, aprovechar oportunidades y enfrentar amenazas, a partir de la revisión bibliográfica de la investigación:

**Tabla 29. FODA sector minería de cobre. Chile**

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventajas comparativas y competitivas en el mercado internacional.</li> <li>• Posee una significativa proporción del capital físico del país.</li> <li>• Alta productividad laboral.</li> <li>• Es la actividad que genera mayores ingresos fiscales y de divisas.</li> <li>• Existen clusters mineros.</li> <li>• Curva de aprendizaje en la explotación del mineral.</li> <li>• Sector con valor agregado por encima del promedio nacional (por altos excedentes de capital).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca complejidad en redes de innovación y producción.</li> <li>• Encadenamientos productivos con mucho potencial de mejora entre la minería de cobre y los sectores de innovación y generación de valor agregado.</li> <li>• Matriz productiva contaminante.</li> <li>• Mal manejo de residuos de la minería.</li> <li>• Bajos encadenamientos productivos hacia atrás y hacia adelante.</li> <li>• Bajo generador de empleo.</li> <li>• El sector paga impuestos por debajo de la media nacional.</li> <li>• Bajos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás con sectores de innovación y desarrollo.</li> </ul>

<sup>40</sup> Como fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos; fabricación de maquinaria y equipo; telecomunicaciones; otros servicios de información y comunicación; servicios profesionales, científicos y técnicos.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El país posee las mayores reservas de cobre y de litio.</li> <li>• Chile es el principal proveedor de cobre en el mundo.</li> <li>• Se puede desarrollar una minería que disminuya la emisión de gases de efecto invernadero y contribuya a mitigar el cambio climático.</li> <li>• Lograr crecimiento sostenible con bajo impacto ambiental.</li> <li>• Generar una oferta de baterías para autos eléctricos.</li> <li>• Políticas económicas basadas en objetivos técnicos.</li> <li>• Escenarios expansivos de la demanda de cobre, impulsados por electromovilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chile tiene un alto porcentaje de transporte contaminante en la economía.</li> <li>• Vulnerabilidades de sectores económicos ante <i>shocks</i> externos.</li> <li>• El sector minero percibe el 50% de las inversiones que recibe el país.</li> <li>• Los shocks externos asociados al cobre impactan significativamente en el crecimiento de la economía, el empleo de otros sectores dependientes de las importaciones y en las remuneraciones.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión bibliográfica

Combinando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se pueden hacer importantes recomendaciones de política pública. Considerando las fortalezas y debilidades de la matriz FODA y analizando las recomendaciones de las evaluaciones de desempeño ambiental (OCDE/Cepal, 2016) se recomienda:

En primer lugar, avanzar más en la aplicación de programas para mejorar la calidad de aire de las principales ciudades con mayor población, especialmente las cercanas a clusters mineros. Se recomienda desarrollar normas de emisión de contaminantes tóxicos asociados a la minería, contaminación del agua y relaves abandonados, entre otros.

Es importante además fortalecer instituciones ambientales en el país y lograr que se coordinen respecto al objetivo de desarrollo sustentable y minería inteligente. Al respecto, se debe desarrollar análisis económico de impacto ambiental de los nuevos proyectos de explotación de minería de cobre, para internalizar las externalidades y reducir el incentivo a generar minería contaminante, permitiendo una mayor participación ciudadana en el seguimiento de estos análisis y creando mecanismos que encarezcan la contaminación ambiental.

Como parte de las recomendaciones de política pública se debe crear una política fiscal basada en impuestos a las actividades de minería contaminante (cargos por mal manejo de residuos, contaminación del aire y del agua). Además, se debe aumentar el aporte financiero de las empresas mineras a la creación de un fondo de largo plazo, para financiar actividades de educación ambiental a los ciudadanos y apalancar un proyecto de electromovilidad a partir de la generación de electricidad basada en recursos renovables, especialmente en el transporte público urbano.

Se debe crear un plan para la fabricación de baterías de litio y alargar las cadenas de valor de cobre, diseñar una estricta política de manejo de residuos (con medidas fiscales e instrumentos para internalizar externalidades) y planificar prospectivamente para fabricar vehículos eléctricos en un horizonte amplio, considerando las capacidades técnicas y humanas que se necesitan

desarrollar a nivel educativo, científico y tecnológico, y que actualmente no se poseen (Fundación Chile, 2016).

Finalmente, se recomienda para el caso chileno crear un Sistema Nacional de Innovación para la minería verde, que integre instituciones de investigación como universidades, empresas, organizaciones ciudadanas y gobierno para desarrollar políticas productivas y de inversión con baja huella de carbono. Para apalancar esta política, se debe crear una base de datos, que concentre todas las iniciativas, proyectos, planes y programas que apalancen el objetivo de minería de cobre sustentable y electromovilidad.

### 6.2.2 Perú

Para hacer recomendaciones asociadas a las características de la minería de cobre chilena, se presenta el siguiente análisis FODA a partir del cual se recomiendan estrategias o políticas públicas, para potenciar fortalezas, mitigar debilidades, aprovechar oportunidades y enfrentar amenazas, a partir de la revisión bibliográfica de la investigación:

**Tabla 30. FODA sector minería de cobre. Perú**

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ventajas comparativas y competitivas del sector en el mercado internacional.</li><li>• Posee una tasa alta de crecimiento de la inversión de las exportaciones.</li><li>• Bajos costos de operación y energía.</li><li>• Alto nivel de innovación de los proveedores locales.</li><li>• Existen clusters mineros.</li><li>• El sector está experimentando un proceso de auge significativo en la actualidad.</li><li>• Sector con valor agregado por encima del promedio nacional (por altos excedentes de capital).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poca complejidad en redes de innovación y producción.</li><li>• Encadenamientos productivos con mucho potencial de mejora entre la minería de cobre y los sectores de innovación y generación de valor agregado.</li><li>• Matriz productiva contaminante.</li><li>• Mal manejo de residuos de la minería.</li><li>• Conflictos sociales y medio-ambientales</li><li>• Bajos encadenamientos productivos hacia atrás y hacia adelante.</li><li>• Bajo generador de empleo.</li><li>• El sector paga impuestos por debajo de la media nacional.</li><li>• Bajos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás con sectores de innovación y desarrollo</li></ul>

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El país posee importantes reservas de cobre.</li> <li>• Perú es el segundo proveedor de cobre en el mundo.</li> <li>• Se puede desarrollar una minería que disminuya la emisión de gases de efecto invernadero y contribuya a mitigar el cambio climático.</li> <li>• Lograr crecimiento sostenible con bajo impacto ambiental.</li> <li>• Generar una oferta de baterías para autos eléctricos.</li> <li>• Estabilidad macroeconómica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perú tiene un alto porcentaje de transporte contaminante en la economía.</li> <li>• Vulnerabilidades de sectores económicos ante <i>shocks</i> negativos externos.</li> <li>• El sector minero percibe el 50% de las divisas que recibe el país.</li> <li>• Los shocks externos asociados al cobre impactan significativamente en el crecimiento de la economía, el empleo de otros sectores dependientes de las importaciones y en las remuneraciones.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión bibliográfica

Combinando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, se pueden hacer importantes recomendaciones de política pública. Considerando las fortalezas y debilidades de la matriz FODA y tomando en cuenta las recomendaciones de las evaluaciones de desempeño ambiental (OCDE/Cepal, 2017) se recomienda:

En primer lugar, se debe transferir las competencias ambientales desde el gobierno nacional a los gobiernos locales, para una mayor gobernanza de los conflictos socio- ambientales, promoviendo un mayor equilibrio entre los objetivos de desarrollo sustentable del país y los planes regionales de minería (OCDE/Cepal 2017).

Es importante además favorecer la coordinación interinstitucional de los problemas ambientales generados por la minería de cobre, acelerando la tramitación de certificaciones ambientales para poder invertir en minería, y fortalecer la fiscalización de impacto ambiental de la explotación de minería, especialmente minería de cobre.

Asimismo, se recomienda reforzar la creación de un Sistema de Información Ambiental para tomar mejores decisiones de política pública respecto a la minería, asegurando el acceso oportuno y transparente de la información ambiental relacionada a la actividad minera, para empresas y organizaciones ciudadanas.

Como parte de las recomendaciones de política pública se debe fortalecer la política fiscal basada en impuestos a las actividades de minería contaminante (cargos por mal manejo de residuos, contaminación del aire y del agua). Además, al igual que en Chile se debe aumentar el aporte financiero de las empresas mineras a la creación de un fondo de largo plazo, para financiar actividades de educación ambiental a los ciudadanos y apalancar un proyecto de electromovilidad a partir de la generación de electricidad basado en recursos renovables.

Se debe crear un entorno favorable a las inversiones en gestión de residuos, permitiendo recuperar residuos de cobre y reciclarlos, profundizar las políticas destinadas a resolver los problemas de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), mejorar la información sobre riesgos de

los relaves, implementar mecanismos de monitoreo para determinar responsabilidades sobre depósitos de relaves abandonados, intensificar los esfuerzos para eliminar la minería ilegal y garantizar la plena aplicación del principio de internalización de externalidades o principio del que contamina paga (OCDE/Cepal, 2017).

Por otra parte, considerando las oportunidades y amenazas que enfrenta el sector de minería de cobre en Perú, se debe fomentar la electromovilidad basada en recursos renovables dentro del país, especialmente en el transporte público urbano. Se debe elaborar un plan nacional en materia de impacto ambiental de la minería, que potencie la educación formal e informal, así como la concientización de ciudadanos y empresas sobre la importancia de reducir la huella de carbono de la minería de cobre, difundir acciones de comportamiento que reduzcan los impactos ambientales y mejorar la eficacia de los mecanismos de participación ciudadana en el sistema de evaluación de impacto ambiental minero.

Para enfrentar las amenazas del entorno, se debe incentivar la inversión en otros sectores económicos con altos multiplicadores de producción, que potencien el crecimiento y el empleo, reduciendo el impacto de *shocks* negativos en sectores de minería, y tomando como premisa fundamental reducir el impacto ambiental de estas actividades de alto valor agregado.

Finalmente, se recomienda crear igual que Chile, un Sistema Nacional de Innovación para la minería verde, que integre instituciones de investigación como universidades, empresas, organizaciones ciudadanas y gobierno para desarrollar políticas productivas y de inversión con baja huella de carbono. Para apalancar esta política, se debe crear una base de datos, que concentre todas las iniciativas, proyectos, planes y programas que apalancen el objetivo de minería de cobre sustentable y electromovilidad.

## CONCLUSIONES

El gran reto de largo plazo que tienen los principales países proveedores de cobre en el contexto mundial de la electromovilidad, consiste en desarrollar minería verde y usar energías renovables en la matriz productiva, al mismo tiempo que lograr atraer inversiones en sectores de innovación desarrollo que permitan reducir la dependencia de la economía a sectores no manufactureros de demanda final (sectores exportadores de *commodities*) y así mitigar las vulnerabilidades de los sistemas económicos nacionales ante *shocks* externos negativos.

Se puede anticipar de manera prospectiva el efecto expansivo de un *shock* de electromovilidad con horizonte al 2030, para financiar la inversión y fortalecer los encadenamientos productivos y complejidad económica en sectores de alto valor agregado, empleo y crecimiento, vinculando la minería de cobre con sectores de innovación y desarrollo que permitan aprovechar plenamente el auge de la actividad económica en el mercado mundial, en un contexto donde cualquier tipo de transporte de baja emisión contaminante utiliza cobre en su fabricación.

La minería representa un sector que puede apalancar significativamente el efecto multiplicador de la producción, si se logran fortalecer los encadenamientos productivos y se vincula la actividad minera con sectores de innovación y desarrollo, incrementando la complejidad del tejido industrial de las economías, tanto de Chile como Perú.

La minería de cobre de los países analizados puede convertirse en un sector que apalanque la innovación tecnológica, si se generan capacidades técnicas al interior de los países y se logra insertar la actividad minera en las cadenas de valor de autos eléctricos y en el desarrollo tecnológico mundial, lo que depende de incrementar la inversión, tanto nacional como extranjera directa y generar una estabilidad en las instituciones económicas que permita fortalecer los encadenamientos productivos, los sistemas financieros, los sistemas de innovación y la calidad del capital humano.

Por otra parte, la generación de capacidad de innovación e incremento del grado de complejidad de las economías, así como la inserción de la minería de cobre en las cadenas globales de valor, depende no sólo de la existencia de *clusters* mineros, sino de su conversión en ecosistemas de innovación, al lograr vincular esta actividad económica con sistemas nacionales de innovación con énfasis en la minería inteligente.

Las políticas públicas deben enfocarse principalmente en lograr crecimiento económico, descarbonizar la matriz productiva, aumentar el costo de la contaminación ambiental y generar incentivos para el uso eficiente de recursos mineros, innovando en medios de transporte y el modelo energético, profundizando además las políticas de formación de capital humano y aprovechando las ventajas de una gestión adecuada de residuos y actividades de reciclaje. Todo esto se traduce en diseñar, aplicar y evaluar políticas públicas con visión de sistemas y perspectiva de largo plazo.

La minería de cobre en Chile y Perú significa una actividad muy relevante en el desarrollo de la estrategia de electromovilidad mundial, pues ambas economías aportan aproximadamente 40% de la oferta que demandan los países con más peso en el mercado mundial, como China, Estados Unidos, India, Corea del Sur, Japón, Canadá, Alemania. Ambos países tienen importantes experiencias como países mineros, pero en el caso de Chile la curva de aprendizaje en la

explotación del cobre es más pronunciada que en Perú, donde el sector de cobre está experimentando un proceso de auge o expansión en la actualidad.

El sector de minería de cobre de Chile se ha mantenido entre el 2008 y el 2013 con bajos encadenamientos productivos hacia adelante y hacia atrás, en comparación a otros sectores de minería y de la economía en promedio. Sin embargo, se trata de un sector que genera valor agregado por encima de la media nacional, al tener un aporte del factor capital por encima del promedio del país y una alta productividad. Aunque se trata de un sector no manufacturero de destino final que no incentiva un alto porcentaje de empleo y exporta el 87% de su producción, tiene un elevado potencial de apalancamiento de la economía, si se logran fortalecer los encadenamientos con sectores de innovación y desarrollo a través de políticas públicas adecuadas.

Entre el 2008 y el 2013 la minería de cobre en Chile se ha mantenido como sector estratégico, lo que significa que a pesar de demandar pocos insumos de la economía nacional (principalmente de industrias de metales no ferrosos, electricidad, alimentos, bebidas alcohólicas, maquinarias, combustibles y transporte marítimo) puede constituir un cuello de botella productivo ante eventuales *shocks* de demanda.

La minería de cobre de Perú, aunque aparece agregada en el macro- sector de extracción de minerales y servicios conexos de la matriz Insumo- Producto de ese país, muestra al igual que el caso chileno, bajos encadenamientos hacia adelante y hacia atrás en comparación al promedio nacional, y genera valor agregado por encima de la media nacional por un alto aporte del factor capital. También se trata de un sector no manufacturero de destino final que posee un alto potencial si logra a partir de políticas públicas coherentes, desarrollar y fortalecer encadenamientos productivos con sectores de innovación y desarrollo.

En el mercado mundial se estima que la demanda de cobre en el largo plazo se siga expandiendo, impulsada por la industrialización y dinamismo de economías en vías de desarrollo, aumento de la producción de vehículos eléctricos y mayor participación de energías renovables en la matriz energética mundial. En los escenarios de brecha entre Oferta- Demanda mundial de cobre, la diferencia de déficit representa entre el 16 y el 17% de la demanda, siendo que la electromovilidad representa aproximadamente 12%, correspondiendo a Chile un 3,48% de ese porcentaje y a Perú un 1,32% de aporte a la electromovilidad.

De acuerdo a la estructura de la matriz de Insumo- Producto del 2013, existen varios sectores de la economía chilena que muestran simultáneamente ventajas comparativas y ventajas competitivas, entre ellos el sector de cobre; por lo tanto se debe invertir en ellos y fortalecer los encadenamientos productivos, generar crecimiento y desarrollo económico ante un *shock* de demanda mundial de este mineral.

Los efectos directos e indirectos del *shock* de demanda de cobre por electromovilidad sobre el crecimiento y remuneraciones de factores productivos, es mayor en Chile que en Perú, por tener Chile un mayor peso en la provisión de cobre y por ser el sector de minería de cobre un sector estratégico, mientras en Perú apenas está iniciando su auge.

En el escenario de simulación de *shock* de demanda por electromovilidad al 2030 en Chile resulta un efecto expansivo de 1,29% sobre el crecimiento de la economía y del efecto multiplicador de

sectores sensibles al *shock*, como el propio sector de minería de cobre, transporte ferroviario, generación de electricidad, transmisión de electricidad, actividades de arquitectura e ingeniería, fabricación de otros productos químicos, transporte por tuberías, suministro de gas y vapor, reparación de maquinarias y equipo, fabricación de sustancias químicas básicas.

Del mismo modo que el caso chileno, considerando la estructura de la matriz Insumo- Producto 2017 de Perú, existen varios sectores de la economía de este país que muestran simultáneamente ventajas comparativas y competitivas, entre ellos el sector agregado del cobre y elaboración de harina y aceite de pescado; por lo que deben convertirse en foco de inversión y fortalecimiento de encadenamientos productivos.

En el escenario de simulación de *shock* de demanda por electromovilidad al 2030 en Perú resulta un efecto expansivo poco significativo sobre el crecimiento económico (menos del 1%) y sobre el efecto multiplicador de sectores de la economía sensibles a variaciones de la demanda final, como: extracción de minerales y servicios conexos, fabricación de productos lácteos, fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos, agencias de viaje y operadores, alojamiento y restaurantes, actividades inmobiliarias, impresión y reproducción de grabaciones, fabricación de productos químicos, salud, sectores que demandan importantes volúmenes de divisas.

De acuerdo a la estructura económica analizada a través de la matriz Insumo- Producto de Chile correspondiente al año 2013 y la de Perú al 2017, a partir de indicadores de encadenamiento directo y multiplicadores de producción y demanda, se recomienda estructurar la política pública tomando en cuenta el objetivo que se quiere analizar, sea crecimiento económico, el bienestar de los trabajadores o la generación de empleo y crecimiento. De acuerdo a los escenarios de simulación de *shock* de demanda de cobre por electromovilidad al 2030 en Chile y Perú, son precisamente los sectores que apalancan el objetivo de mejorar el bienestar de los trabajadores, los que muestran niveles más altos de remuneraciones al trabajo y a otros factores productivos.

Asimismo se sugiere aplicar políticas industriales de incentivo, así como fomentar la inversión extranjera directa en sectores estratégicos que son esencialmente exportadores, se recomienda también como foco de la política pública fortalecer los encadenamientos de los sectores conexos a la minería de cobre con los sectores de innovación y desarrollo, además de incrementar la inversión pública en los sectores conexos a la construcción, manteniendo la eficiencia de un fondo de estabilización macroeconómica que permita financiar la inversión en obras públicas, incluso en fases contractivas del ciclo macroeconómico.

Es fundamental como medida de política pública en Chile y Perú, fortalecer algunos factores de competitividad en el sector de cobre, para incrementar encadenamientos directos en sectores de innovación y desarrollo, mejorar las condiciones de los factores productivos, e implementar políticas de incentivo que permitan convertir el sector de minería de cobre en proveedor de sectores económicos de innovación y desarrollo, especialmente respecto a la política de electromovilidad.

Finalmente, a partir de un análisis FODA (fortalezas-oportunidades-debilidades y amenazas) se realizan recomendaciones de política pública, relativas al manejo de pasivos ambientales, conflictos socio- ambientales y también internalización de externalidades, como medidas que propicien la minería inteligente y mejoren la calidad de vida de los ciudadanos que habitan cerca de zonas de explotación de cobre. Se concluye que se cumplen los objetivos de la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Aceituno, Paola** (2014): *La prospectiva en la construcción local de políticas públicas*. Revista de Estudios Políticos y Estratégicos, 2 (1). Chile.
2. **Araneda Carmen, Pedraja Liliana y Emilio Rodríguez** (2017): *Sistema nacional de innovación, reflexiones y análisis del caso chileno*. Volumen 35, número 4. Idesia, diciembre. Chile.
3. **BID/Banco Mundial** (2017): *La evaluación de impacto en la práctica*.
4. **Buendía Edgar** (2013): *El papel de la ventaja competitiva en el desarrollo de los países*. Análisis económico número 69, volumen XXVIII. Septiembre- diciembre. México.
5. **Bustos, S., C. Gómez, R. Hausmann, y C.A. Hidalgo** (2012): “*The Dynamics of Nestedness Predicts the Evolution of Industrial Ecosystems*”, PLoS ONE 7.11, pp 1-8.
6. **Castañeda Gonzalo** (2018): *Complejidad económica, estructuras productivas regionales y política industrial*. Revista de Economía Mexicana, número 3.
7. **CEPAL** (2019): *Minería para un futuro bajo en carbono*. Serie Seminarios y Conferencias Número 90.
8. **Cisneros, Paúl** (Editor, 2016): *Política minera y sociedad civil en América Latina*. Estudios Estratégicos, Instituto de Altos Estudios Nacionales. Ecuador.
9. **Clerc, J.** (2013): *El Impacto de la Minería desde una Perspectiva Sectorial*. En Meller, P. (ed.) *La Viga Maestra y el Sueldo de Chile: Mirando el Futuro con Ojos de Cobre* (pp. 91-112). Santiago: Uqbar Editores.
10. **Comisión Nacional de Productividad** (2017): *Productividad en la gran minería de cobre*. Chile, julio.
11. **CRU Consulting & Unidad de Planeación Minera Energética de Perú** (2018): *Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano y largo plazo con vigencia al año 2035*. Contrato # C-378359-003-2018.
12. **EGAP & TEC de Monterrey** (2005): *Propuestas de Políticas Públicas para el desarrollo económico del Estado de Querétaro*. Gobierno del Estado de Querétaro, Secretaría de Desarrollo Sustentable.
13. **Fundación Chile, Corfo** (2016): *Desde el cobre a la innovación, roadmap tecnológico 2015-2035*.
14. **Gaugas, P. & Tiron, S.** (2017): *Some aspects of university-knowledge society relationship*. En: Railean, V.; Curbatov, O.; Gay, M. (eds.).
15. **Juan Sebastián Lara Rodríguez, André Tosi Furtado y Aleix Altemira** (2018): *Materias críticas y complejidad económica en América Latina*. Apuntes del CENES, ISSN 0120-3053. E-ISSN 2256-5779 Volumen 37 - N° 65 enero - junio 2018. Págs. 15-51.
16. **Comisión Chilena del Cobre** (2014): *Identificación de insumos críticos para el desarrollo de la minería en Chile*. Santiago de Chile.
17. **Fornillo Bruno** (2017): *La energía del litio en Argentina y Bolivia, comunidad, extractivismo y posdesarrollo*. Colombia Internacional (93): 179-201.
18. **Gujarati D & Dawn Porter** (2009): *Econometría*. Mc Graw Hill, México
19. **Hausmann, R., Hidalgo, C. a., Bustos, S., Coscia, M., Chung, S., Jimenez, J., ... Yildirim, M.** (2014): *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to*

- Prosperity* (2014th ed.). Cambridge, MA, USA: Harvard University and Massachusetts Institute of Technology.
20. **Köhler, A. R., Bakker, C., & Peck, D.** (2013): *Critical materials: a reason for sustainable education of industrial designers and engineers*. *European Journal of Engineering Education*, 38(4), 441–451.
  21. **Lara, Tosi y Altimiras** (2018): *Materias primas críticas y complejidad económica en América Latina*. Apuntes CENES Volumen 37, Número 65. Enero-junio 2018, páginas 15-51.
  22. **Lara-Rodríguez, J. S., & Bermúdez, J. I.** (2011): *Perspectiva de la política de innovación y su monitoreo en la Unión Europea, 2010-2020*. *Finanzas y Política Económica*, 3(2), 105–126.
  23. **Lenteri Luis** (2015): *Efectos de la enfermedad holandesa, alguna evidencia para Argentina*. *Revista de economía del Rosario*, volumen 18, número 2, julio-diciembre. Páginas 187-209.
  24. **Lora y Prada** (2016): *Técnicas de medición económica*. Universidad ICESI, Colombia.
  25. **Lundvall, B.Å.** (2011): *Notes on innovation systems and economic development*. *Innovation and Development*, 1: 25-38.
  26. **Meller Patricio & Joaquín Gana** (2015): *El cobre chileno como plataforma de innovación tecnológica*. Corporación Andina de Fomento (CAF) y Corporación de Estudios para América Latina (CIEPLAN). Mayo.
  27. **Meller, P.** (2013): *El Cobre y las Interrogantes de largo plazo*. En Meller, P. (ed.) *La Viga Maestra y el Sueldo de Chile: Mirando el Futuro con Ojos de Cobre* (pp. 15-26). Santiago: Uqbar Editores.
  28. **Ministerio de Energía de Chile** (2016): *Estrategia nacional de electromovilidad, un camino para los vehículos eléctricos*.
  29. **Ministerio de Energía y Minas de Perú** (2017): *Anuario minero*
  30. **OECD/IEA** (2018): *Global EV Outlook, Towards cross modal electrification*. Electric vehicles initiative.
  31. **OECD** (2009): *Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth*. OECD. Paris, Fran, 37 p.
  32. **OCDE/Cepal** (2016): *Evaluaciones de desempeño ambiental. Chile*.
  33. **OCDE/Cepal** (2017): *Evaluaciones de desempeño ambiental. Perú*.
  34. **OCDE** (2011): *Hacia el crecimiento verde, un resumen para los diseñadores de políticas*. Mayo
  35. **OCDE** (2015): *Inversiones extranjeras directas en desarrollo, un máximo de beneficio, a un costo mínimo*.
  36. **Pereira Mauricio, Andrés Ulloa y Carlos de Miguel (2009)**: *Síndrome holandés, regalías mineras y políticas de gobierno para un país dependiente de recursos naturales: el cobre en Chile*. Cepal, Serie Medio Ambiente y Desarrollo, número 140.
  37. **Pérez, Mauricio** (2006): *La presentación de las ventajas comparativas, una nota pedagógica*. *Revista de Economía Institucional*, vol 8, número 14, primer semestre.
  38. **Programa Nacional de Minería Alta Ley.** (2016): *Desde el cobre a la innovación*. Roadmap Tecnológico 2015-2035. (Fundación Chile, Ed.). Santiago de Chile: A Impresores.

39. **Rodriguez Nadyra y Claudia Gómez (2014):** *La maldición de los recursos naturales y el bienestar social*. Ensayos de revista de Economía, volumen XXIII, número 1, mayo. Páginas 63-90
40. **Rojas Carolina (2009):** *Matriz de contabilidad social y análisis de multiplicadores contables para la región metropolitana de Santiago*. Tesis de magister para optar al grado de Magister en Economía Aplicada. Universidad de Chile.
41. **Rosa Polanco Henry (2012):** *El modelo ricardiano de ventaja comparativa y el comercio contemporáneo, el caso del sector de transporte en la industria manufacturera*. Ciencia y Sociedad, volumen XXXVII, número 4, 2012. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. República Dominicana.
42. **Sachs, J. D. y Warner, A. M. (2001):** *Natural Resources and Economic Development: The Curse of Natural Resources*”. European Economic Review, 45, 827-838.
43. **Saviotti, P.P.; Cassiolato, J.E. & de Matos, M.P. (2014):** *The role of the National Innovation System in the growth of Latin American countries*. Institute of Economics of UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil, 46 p.
44. **Sievers, H., Buijs, B., & Tercero Espinoza, L. a. (2012).** *Limits to the critical raw materials approach*. Proceedings of the ICE - Waste and Resource Management, 165(4), 201–208.
45. **Schuschny, Andrés (2005):** *Tópicos sobre el modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones*. División de Estadística y Proyecciones Económicas, Cepal.
46. **Stiglitz, J. E. (2005):** *Making natural resources into a blessing rather than a curse*. En Schiffrin, A., y Svetlana Tsalik, A. (Eds). *Covering Oil: A Reporter’s Guide to Energy and Development*. New York: Open Society Institute.
47. **World Economic Forum (wef) (2010):** *The Global Competitiveness Report 2010-2011*. Geneva: World Economic Forum.
48. **World Bank Group (2017):** *The growing rol of minerals and metals for a low carbon future*. Extractives Global Programmating Support, june.
49. **Wood Mackenzie (2017):** *Global Copper long-term outlook Q1 2017*.
50. **Ziemann, S., Grunwald, A., Schebek, L., Müller, D. b., & Weil, M. (2013):** *The future of mobility and its critical raw materials*. Revue de Métallurgie, 110(1), 47–54.

## ANEXOS

### Anexo 1

El resultado de calcular los indicadores de consumo intermedio total, consumo intermedio nacional, consumo intermedio importado, valor agregado, salarios, capital e impuestos sobre el valor bruto de la producción, fue el siguiente para los sectores asociados a la minería de Chile para el año 2008:

#### Indicadores de encadenamiento hacia atrás y encadenamientos hacia adelante. Chile 2008

Sectores económicos	CIT/VBP	CIN/VBP	CIM/VBP	VA/VBP	W/VBP	K/VBP	T/VBP	Encadenamientos hacia adelante
Minería del Cobre	0,402	0,332	0,071	0,597	0,072	0,525	0,001	0,154
Minería del hierro	0,365	0,299	0,067	0,634	0,075	0,556	0,003	0,258
Minería de otros metalíferos no ferrosos	0,556	0,452	0,104	0,444	0,109	0,333	0,002	0,293
Exploración de otras minas	0,428	0,359	0,069	0,569	0,052	0,514	0,002	0,765
Industrias básicas de hierro y acero	0,796	0,402	0,394	0,201	0,045	0,155	0,001	0,594
Industrias básicas de metales ferrosos	0,876	0,813	0,062	0,124	0,050	0,071	0,003	0,423
Fabricación de productos metálicos	0,647	0,406	0,241	0,350	0,149	0,197	0,004	0,621
Promedio nacional	0,597	0,446	0,151	0,396	0,171	0,218	0,007	0,485

Fuente: Banco Central de Chile, cálculos propios Matriz Insumo-Producto Chile 2008

En el cuadro puede observarse que para el año 2008 la estructura de comportamiento de la minería del cobre de Chile, en comparación a otros sectores asociados a la minería del mismo país en ese período, muestra algunas diferencias. En promedio el *Consumo intermedio total/Valor bruto de la producción* era menor que el promedio nacional, con encadenamiento productivo hacia atrás (*Consumo intermedio/Valor bruto de la producción*) menor a la media del país y además menor que otros sectores asociados a la minería.

La minería del cobre para el 2008 era una actividad económica con menor cantidad de insumos importados que el promedio nacional, con mayor *Valor agregado/Valor bruto de la producción* por encima de la media nacional (con valor agregado superior a la minería de otros metalíferos no ferrosos, exploración de otras minas, industrias básicas de hierro y acero, industrias básicas de metales ferrosos y fabricación de productos metálicos).

El valor agregado que generaba el sector de minería del cobre de Chile en el 2008 era más intensivo en capital que trabajo. Todos los sectores de minería muestran para este año una proporción *Salario/Valor bruto de la producción* por debajo de la media nacional. Por otra parte, el indicador *Capital/Valor bruto de la producción* de la minería del cobre se mantuvo por encima de la media nacional (así como también la minería del hierro, minería de otros metalíferos no ferrosos, y exploración de otras minas).

Cabe destacar, que la minería del cobre en el 2008 pagaba impuestos por debajo de la media nacional y mostraba encadenamientos directos hacia adelante también por debajo del promedio del país, lo que lo clasifica como sector *No manufacturero de destino final*, es decir, con bajo encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. El sector de minería del cobre en Chile para entonces tiene baja capacidad de arrastre de la economía, es más intensivo en capital que en trabajo y tiene baja capacidad de estimular a otros sectores, lo que significa que se trata de un bien primario que se extrae y exporta, con encadenamientos productivos con mucho potencial de desarrollo en la economía.

Mientras el resto de los sectores asociados a minería para el 2008, mostraron la siguiente clasificación: minería del hierro (no manufacturero de destino final), minería de otros metalíferos no ferrosos (no manufacturero de destino final), exploración de otras minas (no manufacturero de destino intermedio), industrias básicas de hierro y acero (no manufacturero de destino intermedio), industrias básicas de metales ferrosos (manufacturero de destino final), fabricación de productos metálicos (no manufacturero de destino intermedio).

## Anexo 2

En el siguiente cuadro, puede verse el comportamiento de los multiplicadores para los sectores asociados a la minería para el año 2008, así como su clasificación por tipo de sector económico:

Sectores económicos	Multiplicadores del producto	Multiplicadores de la demanda	Tipo de sector
Minería del Cobre	1,537	2,899	Sector estratégico
Minería del hierro	1,502	1,126	Sector independiente
Minería de otros metalíferos no ferrosos	1,726	1,171	Sector independiente
Exploración de otras minas	1,592	1,831	Sector estratégico
Industrias básicas de hierro y acero	1,662	2,202	Sector estratégico
Industrias básicas de metales ferrosos	2,319	1,332	Sector impulsor
Fabricación de productos metálicos	1,690	1,934	Sector estratégico
<b>Promedio nacional</b>	<b>1,728</b>	<b>1,728</b>	

Fuente: Banco Central de Chile. Elaboración propia. Multiplicadores de la producción y la demanda. Chile, 2008.

El sector del cobre en Chile es un sector estratégico porque tiene un multiplicador del producto por debajo de la media nacional (baja interdependencia con la economía) y un multiplicador de la demanda por encima de la media, lo que significa que los demás sectores dependen en alto grado de su movilidad.

## Anexo 3

El resultado de calcular los indicadores de consumo intermedio total, consumo intermedio nacional, consumo intermedio importado, valor agregado, salarios, capital e impuestos sobre el valor bruto de la producción, fue el siguiente para los sectores asociados a la minería en Perú para el año 2007:

Sectores económicos	CIT/VBP	CIN/VBP	CIM/VBP	VA/VBP	W/VBP	K/VBP	T/VBP	Encadenamientos hacia adelante
<b>Extracción de minerales y servicios conexos</b>	0,305	0,328	0,017	0,695	0,149	0,546	0,001	0,447
<b>Fabricación de productos minerales no metálicos</b>	0,556	0,443	0,121	0,444	0,111	0,332	0,002	0,929
<b>Industria básica de Hierro y acero</b>	0,694	0,784	0,010	0,306	0,097	0,208	0,002	0,072
<b>Industrias de metales preciosos y metales no ferrosos</b>	0,610	0,613	0,033	0,390	0,060	0,329	0,001	0,291
<b>Fabricación de productos metálicos diversos</b>	0,668	0,228	0,355	0,332	0,125	0,206	0,001	0,793
<b>Promedio nacional</b>	<b>0,565</b>	<b>0,407</b>	<b>0,143</b>	<b>0,435</b>	<b>0,161</b>	<b>0,272</b>	<b>0,002</b>	<b>0,540</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática de Perú. Cálculos propios. Estructura y encadenamientos productivos directos. Perú, 2007.

En el cuadro puede observarse que para el año 2007 la estructura de comportamiento de la minería de Perú, en comparación a otros sectores asociados a la minería del mismo país en ese período, muestra algunas diferencias. En promedio el *Consumo intermedio total/Valor bruto de la producción* era ligeramente menor que el promedio nacional, con el indicador de encadenamiento productivo hacia atrás (*Consumo intermedio/Valor bruto de la producción*) menor a la media del país y además menor que otros sectores de minería metálica, como la industria básica de hierro y acero y las industrias de metales preciosos y metales no ferrosos.

La minería extractiva peruana para el 2007 era una actividad económica con menor cantidad de insumos importados que el promedio nacional, con mayor *Valor agregado/Valor bruto de la producción* por encima de la media nacional (con valor agregado superior a la fabricación de productos minerales no metálicos, industria básica de hierro y acero, industrias de metales preciosos y metales no ferrosos y fabricación de productos metálicos diversos).

El valor agregado que generaba el sector de minería extractiva de Perú en el 2007, era más intensivo en capital que trabajo. Todos los sectores asociados a minería muestran para este año una proporción *Salario/Valor bruto de la producción* por debajo de la media nacional. Por otra parte, el indicador *Capital/Valor bruto de la producción* de la minería extractiva se mantuvo por encima de la media nacional (así como también la fabricación de productos minerales no metálicos y la industria de metales preciosos y metales no ferrosos).

Cabe destacar, que la minería extractiva en el 2007 pagaba impuestos por debajo de la media nacional y mostraba encadenamientos directos hacia adelante también por debajo del promedio del país, lo que lo clasifica como sector *No manufacturero de destino final*, es decir, con bajo encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. El sector de minería extractiva en Perú tiene baja capacidad de arrastre de la economía, es más intensivo en capital que en trabajo y tiene baja capacidad de estimular a otros sectores, lo que significa que se trata de bienes primarios que se extraen y exportan, que muestran encadenamientos productivos con mucho potencial de desarrollo en la economía.

Mientras el resto de los sectores asociados a minería para el 2007, mostraron la siguiente clasificación: fabricación de productos minerales no metálicos (manufacturero de destino intermedio), industria básica de hierro y acero (manufacturero de destino final), industria de metales preciosos y metales no ferrosos (manufacturero de destino final), y fabricación de productos metálicos diversos (no manufacturero de destino intermedio).

#### Anexo 4

En el siguiente cuadro, puede verse el comportamiento de los multiplicadores para los sectores asociados a la minería para el año 2007, así como su clasificación por tipo de sector económico:

Sectores económicos	Multiplicadores del producto	Multiplicadores de la demanda	Tipo de sector
Extracción de minerales y servicios conexos	1,063	1,086	Sector independiente
Fabricación de productos minerales no metálicos	1,273	1,091	Sector independiente
Industria básica de Hierro y acero	1,128	1,108	Sector independiente
Industrias de metales preciosos y metales no ferrosos	1,752	1,048	Sector impulsor
Fabricación de Productos metálicos diversos	1,004	1,539	Sector estratégico
<b>Promedio nacional</b>	<b>1,294</b>	<b>1,294</b>	

Fuente: Elaboración propia, transformación en MatLab. Multiplicadores de la producción y la demanda. Perú, 2007.

El sector de minería extractiva en Perú para el año 2007 se comporta como un sector independiente, porque tiene un multiplicador del producto por debajo de la media nacional (baja interdependencia con la economía) y un multiplicador de la demanda por debajo de la media. El sector de fabricación de productos minerales metálicos se clasifica para este año como independiente, el de industria básica de hierro y acero como sector independiente, el sector de industrias de metales preciosos y metales no ferrosos como impulsor y finalmente, el de fabricación de productos metálicos diversos como sector estratégico.

#### Anexo 5

Sectores económicos	Multiplicadores de producción
Elaboración y conservación de pescados y mariscos	2,86
Acuicultura	2,53
Elaboración y conservación de carne	2,53
Crías de aves de corral	2,31
Distribución de electricidad	2,29
Elaboración de cueros y sus productos	2,28
Aserrados y acepilladuras de madera	2,24
Elaboración de piscos y licores	2,21
Industrias básicas de metales no ferrosos	2,20
Fabricación de productos de madera	2,13

Fuente: Banco Central de Chile. Sectores con mayores multiplicadores de la producción Chile, 2013

## Anexo 6

Sectores económicos	Ocupación (Miles de personas)	% de participación en el total
Comercio	1.529	19%
Industrias manufactureras	890	11%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	792	10%
Construcción	655	8%
Enseñanza	644	8%
Transporte y almacenamiento	517	6%
Administración pública y defensa	440	6%
Actividades de atención de salud humana y asistencia social	414	5%
Actividades del hogar	322	4%
Total de empleos	8.003	

Fuente: Banco Central de Chile. Sectores con mayor participación en la ocupación por actividad económica 2014

## Anexo 7

Sectores económicos	Variación en multiplicadores de ingreso
Minería del cobre	4,73%
Transmisión de electricidad	1,81%
Generación de electricidad	1,66%
Transporte por tuberías (oleoductos y gasoductos)	1,33%
Transporte marítimo	1,33%
Transporte ferroviario	1,19%
Actividades de arquitectura e ingeniería	1,05%
Suministro de gas y vapor	0,98%
Fabricación de otros productos químicos	0,97%
Actividades de arquitectura e ingeniería	0,7%

Fuente: Banco Central de Chile. Sectores con mayores multiplicadores de ingreso Chile, 2013