

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Estudios Sociales y Globales

Maestría de Investigación en Estudios Latinoamericanos

Cambio climático, energías renovables y minería

Una lectura desde el ecomarxismo

María Lorena Cobacango Reyes

Tutor: William Sacher Freslon

Quito, 2022

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra No comercial Sin obras derivadas	 creative commons
---	---	---

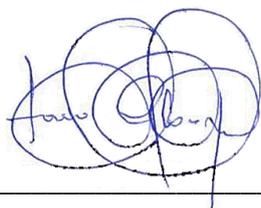
Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, María Lorena Cobacango Reyes, autora de la tesis intitulada “Cambio climático, energías renovables y minería: una lectura desde el ecomarxismo”, mediante el presente documento dejo constancia que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Estudios Latinoamericanos en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autora de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

25 de abril de 2022



Firma: _____

Resumen

Reducir el cambio climático de origen antrópico supone una reducción significativa del uso de combustibles fósiles, fuentes de energía que han alimentado el desarrollo del capitalismo desde más de un siglo y medio. Siendo observadas como tecnologías bajas en emisiones de GEI, las energías renovables han surgido como una de las soluciones más efectivas al problema del clima. No obstante, este atributo ha invisibilizado otro tipo de implicaciones ambientales que también pueden derivarse de la descarbonización del sistema energético. En este sentido, la producción minera que sería necesaria para sostener el crecimiento de las energías limpias podría tener serios impactos en los ecosistemas y poblaciones locales de las regiones que, desde ya, se perfilan como potenciales proveedoras de estas materias primas. Una de estas regiones es Sudamérica, que por sus yacimientos de cobre y litio, entre otros minerales, llega a ser clave en el paso hacia las energías verdes. Sin embargo, la actividad extractivista en el subcontinente ha estado acompañada de una fuerte conflictividad social, principalmente vinculada a los perjuicios de la minería sobre los recursos hídricos y a la reivindicación de los derechos indígenas sobre el territorio. En particular, en el salar de Atacama (Chile), las industrias cuprífera y litífera han entrado en disputa por la reducción de los niveles de agua en los acuíferos que rodean al salar y, por la misma razón, las comunidades locales se han organizado en contra de ambas operaciones exigiendo de éstas una explotación responsable y transparente de los recursos hídricos. Este es el caso que se ha estudiado desde la teoría de la segunda contradicción del capitalismo, la cual plantea que el capital es capaz de socavar sus propias bases conforme destruye sus condiciones de producción (que en nuestro caso son los recursos hídricos del salar). El análisis de las dimensiones material y social de esta teoría se apoyó en una revisión hemerográfica de varios medios chilenos y en artículos académicos sobre los conflictos socioambientales en el norte de Chile. Se concluye que la minería necesaria para transitar hacia las energías limpias es una expresión de la segunda contradicción del capitalismo que obliga a las compañías a cambiar sus prácticas y políticas de relacionamiento con la sociedad y el ambiente.

Palabras clave: segunda contradicción del capitalismo, condiciones de producción, cambio climático, energías renovables, minería, movimientos sociales, salar de Atacama

A todas las personas que no nos conformamos con el mundo de la manera en que es.

Agradecimientos

A mi madre y a mi padre, por su incondicional apoyo. A mis amigxs Nathaly, Maday, Fernando y Guillermo por sus palabras de aliento. A mi colega Cynthia, por nuestro constante intercambio de ideas. A mi tutor William, por todas sus enseñanzas. A la excoordinadora del programa de Estudios Latinoamericanos, Angélica, que me animó a seguir mis ideas.

Tabla de contenidos

Introducción	13
Capítulo primero: Ecomarxismo(s) y la segunda contradicción del capitalismo.....	19
1. Ecomarxismo(s) y algunas de sus líneas de pensamiento	21
2. James O'Connor y la teoría de la segunda contradicción del capitalismo	25
2.1. La “primera contradicción del capitalismo”	26
2.1.1. Las teorías de las crisis en el pensamiento marxista tradicional.....	27
2.2. La “segunda contradicción del capitalismo”	30
2.2.1. ¿Qué son las condiciones de producción?.....	31
2.2.2. ¿De qué trata la segunda contradicción del capitalismo?	32
2.2.3. Las dos dimensiones de la “segunda contradicción del capitalismo”	36
2.3. Críticas a la teoría de la “segunda contradicción del capitalismo”.....	39
3. Conclusiones	42
Capítulo segundo: Cambio climático, energías renovables y minería.....	45
1. La transición hacia las energías renovables como respuesta al cambio climático	47
2. La producción minera en la transición hacia las energías renovables	52
2.1. La disponibilidad geológica y el reciclaje de los minerales críticos.....	55
2.1.1. El reciclaje como fuente secundaria de los minerales críticos	56
2.2. Los impactos socioambientales asociados a la oferta de minerales críticos.....	58
2.2.1. Emisiones de GEI de la minería asociada a las energías renovables	61
3. Minería en América del Sur frente a la transición hacia las energías renovables	64
4. Conclusiones	69
Capítulo tercero: La producción de cobre y litio en Chile, ¿expresión de la segunda contradicción del capitalismo?	73
1. Panorama de la producción de cobre y litio en el salar de Atacama frente a las energías renovables: ¿expresión de la segunda contradicción del capitalismo?	75
2. Producción de cobre y litio en el salar de Atacama: en búsqueda de evidencias empíricas de la dimensión material de la segunda contradicción del capitalismo.....	81
2.1. De una resolución <i>Coasiana</i> al desistimiento de MEL.....	87
3. Producción de cobre y litio en el salar de Atacama: en búsqueda de evidencias empíricas de la dimensión social de la segunda contradicción del capitalismo	89
3.1. Conflicto social a partir de la extracción de agua por Minera Escondida	91

3.1.1. Las comunidades atacameñas frente al proyecto Pampa Colorada.....	91
3.1.2. Las comunidades atacameñas frente al proyecto Monturaqui.....	96
3.2. Conflicto social a raíz de la extracción de salmuera por SQM y Albemarle.....	101
3.2.1. Del acuerdo con Albemarle al desacuerdo con SQM.....	102
4. Conclusiones	109
Conclusiones	113
Lista de referencias	117
Anexos.....	127
Anexo 1: Minerales necesarios para varias tecnologías de energía limpia	127
Anexo 2: Reservas y producción mundial de cobre en 2015 y 2020.....	128
Anexo 3: Reservas y producción mundial de mineral de hierro en 2015 y 2020	129
Anexo 4: Reservas y producción mundial de plata en 2015 y 2020.....	130
Anexo 5: Reservas y producción mundial de litio en 2015 y 2020.....	131
Anexo 6: Reservas y producción mundial de bauxita (aluminio) en 2015 y 2020.....	132
Anexo 7: Reservas y producción mundial de níquel en 2015 y 2020.....	133
Anexo 8: Reservas y producción mundial de manganeso en 2015 y 2020	134
Anexo 9: Reservas y producción mundial de zinc en 2015 y 2020.....	135
Anexo 10: Reservas y producción mundial de tierras raras en 2015 y 2020.....	136

Introducción

Es completamente cierto, y así lo prueba la historia, que en este mundo no se consigue nunca lo posible si no se intenta lo imposible una y otra vez. (Weber 1979, 178)

El cambio climático, y la urgencia de mitigar y adaptarse a sus impactos, plantea la necesidad de reducir radicalmente el volumen de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esto implica una disminución anual del 6% en la producción global de combustibles fósiles (UNEP 2020), los cuales, son identificados como una de las principales fuentes de la acumulación excesiva de estos gases en la atmósfera. Esto en razón de que el petróleo, el carbón y el gas, desde hace más de un siglo y medio, han sido las fuentes de energía que han sostenido el despliegue del capitalismo industrial. El cambio climático, sin embargo, plantea un reto para el capital, el cual –al comprometerse con los objetivos actuales de reducción de GEI– debe encontrar y migrar a fuentes de energía que sean bajas en emisiones de carbono para mantener su acumulación.

Las energías renovables surgen como un camino plausible para mantener este proceso y, a la vez, atender el problema del cambio climático. En términos técnicos existe la suficiente potencia solar, eólica, hidráulica, entre otras, para construir un sistema energético que satisfaga no solo la demanda actual de energía, sino también su tendencia de crecimiento a futuro (McCarthy 2015, 2491). Asimismo, se estima que el desarrollo y la innovación tecnológica podrán optimizar el rendimiento de los equipos –por ejemplo, mejorar la eficiencia de los paneles solares y reducir el tamaño de las turbinas eólicas–, así como resolver los desafíos relacionados al almacenamiento y transmisión de energía (McCarthy 2015, 2491). Durante el inicio del siglo XXI, se ha registrado un fuerte incremento en la inversión en las energías renovables (éstas a menudo calificadas como *limpias*) –especialmente en soluciones solares y eólicas–, respaldado por políticas públicas nacionales y globales: se quintuplicaron entre 2004 y 2014, mientras que políticas de fomento se establecían en 138 países a nivel global (McCarthy 2015, 2493).

No obstante, más allá del imperativo de reducción de emisiones de GEI, un sistema energético global bajo en carbono tiene implicaciones ambientales de otras índoles. Un ejemplo importante para el presente trabajo es el incremento en la producción minera que sería necesario para sostener la transición hacia las energías renovables y a

los impactos que éste podría causar en los ecosistemas y las poblaciones locales donde se asientan las operaciones extractivas. De acuerdo a proyecciones de la Agencia Internacional de Energía, seguir las metas climáticas del Acuerdo de París en promedio cuadruplicaría en 2040 la demanda global en minerales, destacando que las demandas de cobre, litio, cobalto, níquel, tierras raras, entre otros, serían la que experimentarían un mayor crecimiento. Estos metales son claves para las tecnologías de las energías *limpias*: i) el cobre es fundamental para todas las tecnologías y redes asociadas a la electricidad; ii) el litio, el níquel y el cobalto son esenciales para mejorar el desempeño de las baterías que sostendrán el despliegue de la electromovilidad; y, iii) las tierras raras son primordiales en la fabricación de los imanes empleados por las turbinas eólicas y los motores de los autos eléctricos (IEA 2021b, 5).

Para satisfacer esta demanda de minerales sería preciso ampliar las operaciones mineras actuales y crear nuevas, dado que los proyectos en marcha y los planificados podrían no abastecer la demanda en los siguientes años (IEA 2021b, 11). Asimismo, el sector del reciclaje se vería incentivado, ya que extraer metales de los productos al final de su vida útil es una alternativa ambiental y energéticamente atractiva. Luego, estas dinámicas supondrían la expansión del mercado minero y la creación de nuevos mercados, lo que convertiría a las energías renovables en un camino adecuado no solo desde una perspectiva ecológica sino también económica. De este modo, el capitalismo podría empezar a enfrentar el reto que le supone abandonar el uso de combustibles fósiles.

En el suministro de minerales América del Sur ocupa un lugar relevante, debido a que sus yacimientos, desde el tiempo de la Colonia, han abastecido la demanda de los grandes centros de consumo a nivel global. En la actualidad, y en el contexto descrito de las energías limpias, esta riqueza natural le otorga el potencial para ser una región *proveedora* en este proceso. De acuerdo a datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos, en 2020, Chile, Perú, Brasil y Argentina ocuparon los primeros lugares a nivel mundial en cuanto a la producción y reservas de cobre, litio, mineral de hierro, plata y tierras raras, entre otros minerales (USGS 2021). Sin embargo, en todos estos países, la actividad minera está acompañada de un alto nivel de conflictividad social, que surge en razón de los impactos de la minería sobre el ambiente. En efecto, la producción minera no solo requiere de recursos minerales, sino también de recursos hídricos, cuyo uso constituye un problema para los ecosistemas y las poblaciones locales. Ante un incremento significativo en la demanda minera, estos problemas podrían agudizarse.

Es legítimo, por lo tanto, cuestionar el carácter de sustentable atribuido a las energías renovables, que por un lado reducirían las emisiones de GEI, y por otro lado podrían profundizar la destrucción de ecosistemas y vulnerar los derechos de comunidades campesinas e indígenas. Todo ello nos conduce a repensar en qué medida el capitalismo puede reducir/superar su dependencia de los combustibles fósiles, y trascender a una forma que sea sustentable en un sentido ambiental amplio y no solo centrado en el cambio climático. Para profundizar en este pensamiento, surgen pertinentes un grupo de teorías que han sido agrupadas bajo la corriente del *ecomarxismo*. Los ecomarxismos buscan integrar la crítica ecológica a la economía política marxista, reconociendo que en la obra de Marx existe un vacío en el tratamiento explícito de la destrucción de la naturaleza por parte del capital. En otras palabras, los ecomarxistas tratan de releer a Marx desde líneas más ecológicamente sensibles (Castree 2000, 18).

Una tesis ecomarxista: la segunda contradicción del capitalismo

Uno de los ecomarxistas más ampliamente reconocido (y criticado) dentro de la esfera académica es James O'Connor, quien propuso la teoría de la *segunda contradicción del capitalismo*, en la cual, arguye que el capital es capaz de socavar las propias bases de su reproducción, al destruir las condiciones que sostienen la producción. Entre estas bases, denominadas como *condiciones de producción*, hallamos a las condiciones físicas (estado de los recursos naturales), las condiciones personales (bienestar físico y mental de los obreros), y las condiciones generales (infraestructura y espacios físicos que estructuran al capital) (O'Connor 2001, 175). El detrimento de estas condiciones por parte de los *capitales individuales* –al ser continuo– en cierto momento puede suponer un obstáculo/límite a la acumulación de capital. Estos límites se manifiestan en dos dimensiones: i) una dimensión material donde el daño físico de las condiciones de producción provoca conflictos al interior de cada capital individual, a otros capitales individuales, y/o al capital en general; y, ii) una dimensión social protagonizada por los *nuevos movimientos sociales* (como el ecologismo) que reaccionan ante la destrucción de las condiciones de producción, ya que éstas son también las *condiciones de vida* de la población (Sacher 2019b, 93).

Sabiendo los impactos y conflictos socioambientales que generan las actividades mineras (Watari et al. 2019; Watari et al. 2020), nos planteamos en la presente tesis analizar un aspecto particular del problema del clima bajo la óptica de la segunda contradicción del capitalismo: los problemas ambientales y sociales que podrían surgir/

intensificarse por el incremento en la demanda de los minerales necesarios para construir un sistema energético global bajo en carbono. De este modo, la pregunta que guía este estudio es ¿en qué medida los conflictos socioambientales asociados a la minería requerida para reducir las emisiones de GEI –a través de la expansión de las energías renovables– afecta las *condiciones de producción* del capital en el sentido propuesto por O’Connor? Para responder a esta pregunta, buscamos evidencias empíricas en la minería de cobre y litio en el salar de Atacama, al norte de Chile. En este ecosistema, las firmas cupríferas Minera Escondida y Minera Zaldívar concurren, desde la década de 1990, en la explotación de agua dulce con fines productivos. Asimismo, desde la década de 1980, las compañías SQM y Albemarle extraen salmuera del núcleo del salar para producir litio. Actualmente, el efecto de estas extracciones sobre el balance hídrico del salar ha causado conflictos entre las cuatro empresas referidas, y entre éstas y las comunidades indígenas que habitan en los bordes del salar, sustentándose de los recursos que éste les brinda.

En función de esta interrogante, se han trazado tres objetivos específicos: i) caracterizar el escenario de producción minera que surgiría a partir de un crecimiento de las energías renovables coherente con la meta climática del Acuerdo de París, y el rol que América del Sur adoptaría en este contexto; ii) analizar, a la luz de la teoría de O’Connor, de qué manera las actividades extractivas de cobre en el salar de Atacama impactan en las condiciones físicas de producción del mismo sector extractivo y de otros sectores productivos; y iii) analizar en qué medida los movimientos sociales que emergen ante los impactos ambientales de la minería de cobre y litio en el salar de Atacama pueden ser observados como una manifestación de la segunda contradicción del capitalismo. Estos objetivos están relacionados a la tesis doctoral que William Sacher desarrollara en torno a la segunda contradicción del capitalismo aplicada al sector megaminero, y en la cual advierte de los pocos trabajos empíricos que han estudiado la teoría de O’Connor.

Metodología aplicada: el método dialéctico y herramientas prácticas

En su investigación doctoral, Sacher (2019b, 26) sostiene que los ecomarxismos son aún “teorías en construcción” dentro del pensamiento marxista. Esto implica que las reflexiones del marxismo ecológico han sido escasamente confrontadas con la realidad, lo que ha impedido mejorar el conocimiento del mundo concreto (Sacher 2019b, 28). La propuesta de O’Connor, pese a ser una noción citada en numerosos artículos académicos, no escapa a esta circunstancia, ya que son pocos los trabajos dedicados a analizar posibles expresiones empíricas de esta teoría (Sacher 2019b, 29). Ante esta falencia, se pretende

que este estudio –que busca conocer en qué medida la minería asociada al crecimiento de las energías limpias puede llegar a crear dificultades para la continuidad del capitalismo– se constituya en un aporte para el afinamiento de la segunda contradicción.

En virtud de ello, nos adherimos a la metodología que Sacher usa en su trabajo, la cual refiere al proceso dialéctico de construcción del conocimiento en Marx. En este proceso, el conocimiento de la realidad objetiva es intercambiado con el conocimiento de la teoría mediante “dos movimientos” (Sacher 2019b, 26). El “primer movimiento” va desde la realidad observable de la sociedad capitalista hacia un nivel de abstracción en el que, a partir de dicha realidad, se construyen conceptos. En el “segundo movimiento”, el nuevo “andamiaje teórico” elaborado es confrontado con la realidad empírica, a fin de analizar –desde esta nueva perspectiva– el capital como forma de organización social. El presente trabajo se inscribe, justamente, en este segundo movimiento.

A nivel práctico, se inicia con el estudio de la noción de la segunda contradicción del capitalismo, basándonos en los ensayos que O’Connor recopila en el libro *Causas naturales: ensayos de marxismo ecológico* y en los aportes que Sacher presenta en su disertación *Segunda contradicción del capitalismo y megaminería: reflexiones teóricas y empíricas a partir del caso argentino*. Luego, se caracteriza la demanda minera que generaría el proceso de descarbonización del sistema energético global. Para ello, se toma la información que la Agencia Internacional de Energía publicó en su reporte *The role of critical minerals in clean energy*. Como parte de esta caracterización, además, se analiza el rol que América del Sur desempeñaría, con base en los datos anuales de producción minera del Servicio Geológico de los Estados Unidos y en la publicación *Perspectiva del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe* elaborada por la CEPAL.

Continuando, el análisis de nuestro caso de estudio parte de los artículos de Babidge et al. (2019) y de Bolados (2014). En base a la información presente en estas publicaciones, se realizó una revisión hemerográfica de las noticias que varios medios chilenos –Minería Chilena y La Tercera, principalmente– tienen disponible en Internet. Esto con el fin de conocer el desarrollo de los conflictos que, en la última década, se han dado entre las empresas analizadas y entre éstas y las comunidades atacameñas. Siguiendo el mismo fin, se acudió al *blog* oficial del Consejo de Pueblos Atacameños, en donde se encuentra una base de datos bastante amplia de las acciones que las poblaciones del salar de Atacama han tomado para defender su territorio. Para complementar estas fuentes, se recurrió a los documentos (Estudios de Impacto Ambiental, estadísticas de producción minera, entre otros) que agencias estatales chilenas como el Servicio de Evaluación

Ambiental, la Comisión Chilena del Cobre y el Primer Tribunal Ambiental de Antofagasta hacen pública a través de sus portales web.

Organización del documento

Esta investigación está organizada en tres capítulos. El primer capítulo se centra en el estudio de la teoría ecomarxista de la segunda contradicción del capitalismo: sus bases –la primera contradicción del capitalismo–, conceptos fundamentales –las condiciones de producción–, funcionamiento y dimensiones –material y social–, y críticas. El segundo capítulo se enfoca en el crecimiento que la producción minera global experimentará en razón de una transición hacia las energías renovables que siga las metas climáticas del Acuerdo de París. En este acápite se incluye una síntesis de los impactos ambientales que esta minería ya está causando en países como China, la República Democrática del Congo y Chile. Asimismo, se examina el papel que América del Sur asumirá en este escenario, dada su historia de *proveedora* de materias primas para los grandes centros de consumo a nivel mundial. El tercer capítulo aborda la minería de cobre y litio, que concurre en el uso de los recursos hídricos del salar de Atacama, en búsqueda de evidencia empírica de la segunda contradicción del capitalismo. En relación a la dimensión material de esta contradicción, se estudian las disputas surgidas por el uso del agua dulce entre dos mineras cupríferas (Minera Escondida y Minera Zaldívar), y entre éstas y dos mineras litíferas (Albemarle y SQM). En cuanto a la dimensión social de esta contradicción, se estudian los conflictos que se han generado por la explotación de agua fresca y salmuera entre las cuatro empresas referidas y las comunidades indígenas asentadas en los bordes del salar. Finalmente, en la sección de conclusiones se ofrecen reflexiones generales acerca de los temas teóricos y empíricos tratados.

Capítulo primero

Ecomarxismo(s) y la segunda contradicción del capitalismo

Ningún sistema económico, sin importar lo debilitado que esté, colapsa por sí mismo de forma automática. Éste debe ser derrocado. El análisis teórico de las tendencias objetivas que llevan a la parálisis de un sistema sirve para descubrir sus ‘puntos débiles’ y repararlos [...] El cambio vendrá únicamente a través de la actuación de los factores subjetivos.
(Grossmann 1943, 520)

Introducción: la relación entre marxismo y ecologismo

La situación ecológica global, evidenciada en procesos de degradación ambiental como el cambio climático o la pérdida de biodiversidad, a los cuales acompañan crecientes conflictos socioambientales, plantea como pertinente el análisis de la relación entre la destrucción de la naturaleza y los fundamentos del modo de producción capitalista. De este modo, el objetivo del presente capítulo es contar con un marco teórico que, en los capítulos posteriores, nos permita evaluar la extracción minera generada por el proceso de transición hacia las energías renovables, visto éste como una de las vías factibles para enfrentar el cambio climático.¹ Al evaluar esta actividad, se pretende conocer en qué medida el cambio climático –que acelera el paso hacia las energías limpias– representa un obstáculo para el capitalismo o una oportunidad para revitalizarlo.

En este campo, sin embargo, la existencia de antagonismos y de divergencias políticas y filosóficas entre los pensamientos ecologista y marxista han impedido una plena integración de estas dos corrientes (Benton 1989; Sacher 2019b). En efecto, el movimiento ambiental global (nacido en la década de 1970) ha acusado al marxismo de ser el causante de algunas de las grandes destrucciones ambientales contemporáneas (Benton 1989, 51). Argumentando que el socialismo –al igual que el capitalismo– se centra en el productivismo y el crecimiento industrial y tecnológico, al marxismo se le ha atribuido una fe ciega en el desarrollo de las fuerzas productivas sin considerar los daños socioambientales que este proceso pueda implicar (Sacher 2019b, 37).

¹ En el presente estudio, las expresiones “energías renovables”, “energías limpias”, “energías verdes” y “energías bajas en carbono” se utilizan como sinónimos.

Ante esta posición, la respuesta del marxismo ortodoxo se ha caracterizado por la indiferencia, el escepticismo y hasta la hostilidad hacia las exigencias de los movimientos ecologistas, calificándolas de: i) “conservadurismo y neomalthusianismo”; ii) “desviar la atención del problema fundamental de la desigualdad de clases”; iii) “ser reaccionarias en cuanto a la industrialización y la tecnología”; iv) favorecer intereses particulares sobre los intereses generales, v) obedecer a reclamos de las élites y las clases medias; y, por último vi) ser románticas y sentimentales (Sacher 2019b, 38). No obstante, ciertas ramas heterodoxas han reconocido la pertinencia de la crítica ecologista al desarrollo de las fuerzas productivas, aceptando que el marxismo se ha concentrado demasiado en la explotación del ser humano olvidando la explotación de la naturaleza (Sacher 2019b, 39).

Surgen, entonces, investigaciones que intentan tejer puentes entre el ecologismo y el marxismo, esto es, estudios que integran la dimensión ecológica y la economía política marxista. En este aspecto, desde la década de 1970, son numerosas las contribuciones teóricas y empíricas a la construcción de un pensamiento marxista-ecologista, algunas de las cuales conforman la corriente de pensamiento denominada como “ecomarxismo” (Sacher 2019b, 40). Estos estudios críticos (no homogéneos), desarrollados fuertemente entre las décadas de 1980 y 1990, provienen de autores que analizan conjuntamente el proceso de acumulación de capital y la degradación ambiental producida por el mismo (Castree 2000). Su objetivo particular es estudiar a Marx “como un real o potencial crítico de las consecuencias ambientales del capitalismo”, es decir, reconstruir a Marx a través de “líneas más ecológicas o ecosensibles” (Castree 2000, 18).

En la obra de Marx, de acuerdo a Alfred Schmidt (1977) y John Bellamy Foster (2000), es posible rastrear aportes de la relación capital-naturaleza. Estos aportes han sido analizados e interpretados de diversas maneras por autores marxistas dando origen, entre otras corrientes, al ecomarxismo. Una breve recopilación de las teorías ecomarxistas (que no pretende ser exhaustiva) se expone como primer tema de este capítulo, tomando como referencia la síntesis que al respecto ha realizado William Sacher (2019b). Continuando, dentro de los ecomarxismos encontramos la propuesta de James O’Connor. Para este autor, paralela a lo que él identifica como la *primera contradicción del capitalismo* – suscitada entre las relaciones de producción y las fuerzas productivas–, existe una *segunda contradicción del capitalismo* que surge entre las relaciones y fuerzas de producción, por una parte, y lo que él denomina las “condiciones de producción”, por otra parte. La descripción de las características y el funcionamiento de esta teoría, así como de las críticas que ha recibido, conforman la segunda sección de este capítulo, misma que

está basada principalmente en la propia obra de O'Connor (2001). Para finalizar, en la tercera sección, se expone una síntesis de los puntos más destacados del capítulo, ocupándonos en particular de la noción de O'Connor.

1. Ecomarxismo(s) y algunas de sus líneas de pensamiento

Desde la década de 1970, como se mencionó, son numerosos los aportes teóricos y empíricos a la construcción de un pensamiento que integre la dimensión ecológica y la economía política marxista (Sacher 2019b, 39-40). Entre los autores que Sacher destaca, se encuentran: Serge Moscovici, Gunnar Skirbekk, André Gorz, Enrique Leff, Raymond Williams, Jean-Guy Vaillancourt, Michael Perelman, Juan Manuel Sacristán, Alan Rudy, James O'Connor, Ted Benton, Rainer Grundmann, Jacques Bidet, David Harvey, Paul Burkett, Elmar Altvater, John Bellamy Foster, Noel Castree, Michael Löwy, etc. Asimismo, las revistas *Capitalism, Nature and Socialism*, CNS, fundada en 1988 por James O'Connor, y en menor medida *Monthly Review*, son consideradas como contribuyentes significativos a esta tarea. A excepción de investigadores como Raymond Williams, Michael Perelman, David Harvey, Rainer Grundmann y Noel Castree, de acuerdo a Sacher, los autores mencionados pueden ser calificados como “ecomarxistas”. En palabras de Noel Castree, el ecomarxismo comprende:

[U]n número creciente de trabajos [...] que buscan interpretar a Marx como un real o potencial crítico de las consecuencias ambientales del capitalismo. El contexto de este trabajo [...] es el surgimiento de la llamada ‘crisis ambiental global’ entre las décadas de 1980 y 1990 [...] La intención ha sido reconstruir a Marx a través de líneas más ‘ecoamigables’ o ‘ecosensibles’. Esto no solo se debe al relativo silencio de Marx sobre la naturaleza. Con mayor énfasis, esto responde a las críticas ecologistas que han tendido a observar a Marx como no menos que un prometeánico quien, en realidad, encarna el deseo de la Ilustración por subordinar la naturaleza a la humanidad. (Castree 2000, 18)

Dicho de otro modo, el ecomarxismo es el proyecto de construcción de una “teoría de la explotación de la naturaleza” que complete la “teoría de la explotación del trabajo”: un “pensamiento ecologista desde el marxismo” (Sacher 2019b, 40). Una teoría de este calibre, luego, sería capaz de entender la destrucción socioambiental provocada por el capital desde una perspectiva multidimensional que aborde la tecnología y los cambios en las fuerzas productivas, las luchas sociales contra la dominación y la explotación, la construcción de ideologías, el rol y las transformaciones del Estado, etc. (Sacher 2019b, 41). La consolidación de una propuesta ecomarxista unificada, sin embargo, debe enfrentar y superar las diferentes tradiciones y lecturas que del marxismo guardan sus autores (Sacher 2019b, 41). Estas divergencias, para Castree (2000, 6), surgen por el

latente desacuerdo sobre el significado y el sentido ecológico de muchas categorías marxistas fundamentales, como el valor. En este sentido, por ejemplo, John Bellamy Foster (2000) extrae su propuesta desde los propios textos de Marx, es decir, alude a la actual existencia de una teoría ecologista en el trabajo marxiano. Por el contrario, James O'Connor (2001) reconoce la ausencia de elementos ecologistas significativos en la obra de Marx, y se dedica a usar conceptos marxistas y a ampliar la teoría marxista existente para desarrollar una teoría marxista-ecologista sobre la explotación de la naturaleza.

Cabe aclarar que no todos los intentos por integrar la dimensión ecológica a la economía política marxista pueden ser entendidos como ecomarxismos. Al respecto, Sacher (2019a, 16) argumenta que el pensamiento de Marx corresponde a un “naturalismo dialéctico”, es decir, una relación de codeterminación mutua entre la sociedad y la naturaleza, que resulta en una naturaleza dinámica e historizada. En contraposición, Sacher propone calificar de “naturalismo bipolar” a la postura que considera a la relación entre sociedad y naturaleza como distante, siendo la naturaleza, por ende, un ente externo, estático y atemporal. Luego, dentro del naturalismo dialéctico, Sacher identifica tres corrientes: i) la “radical” que refiere a una naturaleza constantemente e íntegramente producida; ii) la “ortodoxa” que habla de las “primera” y “segunda” naturalezas; y, iii) la “ecomarxista” que toma pocos elementos del naturalismo dialéctico y los combina con mayores argumentos del naturalismo bipolar.

Siendo seguidores de ambos naturalismos, algunos autores ecomarxistas han adoptado premisas como las de los “límites naturales”, el “agotamiento de recursos” y la “sobrepoblación”, tendiendo a una concepción ahistórica de la naturaleza, ideas todas rechazadas por gran parte del pensamiento marxista (Sacher 2019b, 266). En particular, los *límites de la naturaleza* es un concepto históricamente objetado por el marxismo. Para Sacher (2019b, 58), esto se debe a que en el intento de evaluar el desarrollo de las fuerzas productivas desde una perspectiva ecológica, ciertos ecomarxistas se han visto forzados a reconciliar la noción de límites en la naturaleza con la economía política marxista. Precisamente, en John Bellamy Foster, Elmar Altvater y James O'Connor encontramos contribuyentes notables del ecomarxismo que defienden posturas (diversas entre ellas) que traslapan ambas concepciones de la naturaleza (Sacher 2019b, 58), esto es, la de una naturaleza producida por la sociedad y la de una naturaleza que exhibe barreras propias.

Foster, para empezar, retoma el argumento de Marx sobre la pérdida de fertilidad de los suelos ingleses durante el siglo XIX, y habla de un desgarramiento en el metabolismo humano-tierra que altera el intercambio de materia –establecido hasta ese momento–

entre estos dos entes (Sacher 2019b, 66). Concretamente, el autor plantea que este “quiebre metabólico” o “fractura metabólica” se produjo cuando los desechos humanos orgánicos (y los nutrientes que contienen), que regresaban continuamente a los suelos agrícolas, empezaron a ser transportados y acumulados en las cloacas de las ciudades (Sacher 2019b, 67). Esto como resultado de la concentración del capitalismo industrial en las urbes, que provocó un gran desplazamiento de mano de obra desde lo rural hacia lo urbano. De este modo, el flujo migratorio campo-ciudad afecta a las “condiciones naturales” que aseguran la productividad de la tierra (Sacher 2019b, 65). Sin embargo, esta formulación ha sido criticada por carecer de “sustento empírico y cuantitativo”, por proponer que la obra de Marx contiene “elementos ecologistas explícitos” y por presuponer la sustentabilidad de la agricultura precapitalista (Sacher 2015).

Altvater, por su parte, indica que la producción y reproducción capitalista son procesos de crecimiento en espiral (interrumpidos por crisis periódicas) que avanzan expansivamente en el dominio de la naturaleza (Altvater 2006, 345). Esto se debe a que la creación de valor y plusvalor, es decir, la acumulación capitalista y el crecimiento económico no conocen ni aceptan límites a sus dinámicas (Altvater 2006, 347). Mas, “la naturaleza no produce mercancías para vender en el mercado” –no se ajusta al ritmo del proceso capitalista–, por lo que, este último se ve sujeto a los “límites” que la naturaleza le impone a cualquier actividad humana (Altvater 2006, 346). En otras palabras, los ciclos y regímenes de tiempo-espacio naturales no son compatibles con aquellos del capitalismo, divergencia que impacta negativamente sobre el entorno –natural y construido– y sobre el sistema social (Altvater 2006, 349). Así, la producción capitalista llega a destruir sus “medios de autoreproducción social y natural” (Altvater 2006, 348), fenómeno que ya fuera observado por Marx en el campo de la agricultura industrial (Marx 1975, 612-613).

O'Connor, desde una óptica diferente, recurre al concepto de “condiciones naturales” presente en la obra marxiana y, en base a éste, desarrolla una teoría general que vincula la acumulación de capital, las crisis económicas y ecológicas a las que tiende el capitalismo, y lo que él denomina como los “nuevos movimientos sociales” (como el ecologismo) (O'Connor 2001, 157). Conectando estos tres elementos, el autor plantea que los capitalistas –condenados a la acumulación infinita– socavan las propias condiciones de producción del capital, es decir, los aspectos materiales y sociales que le permiten permanecer en el tiempo. Con esta propuesta, O'Connor pretende “corregir el *materialismo histórico* en más bien un (necesario) *materialismo ecológico-histórico*”, es decir, una teoría marxista del desarrollo de las fuerzas productivas que tome en cuenta a

la ecología (Sacher 2019b, 72-73). La explicación de esta teoría será ampliada en la siguiente sección, al ser el fundamento que soporta el desarrollo del presente estudio.

Finalmente, es oportuno incluir la investigación de Jason Moore, ya que, de acuerdo a la clasificación de Sacher (2019b, 57), ésta integra elementos de las tres corrientes del naturalismo dialéctico –radical, ortodoxa y ecomarxista– con elementos del naturalismo bipolar. En la visión de Moore, la acumulación de capital, la búsqueda del poder y la producción de la naturaleza se relacionan dialécticamente en un sistema que él denomina como “ecología-mundo capitalista” (Moore 2015, 9). Desde esta perspectiva, el capitalismo es un sistema que crea ambientes, y son estos ambientes los que a su vez crean al capitalismo (Moore 2015, 11). Por lo tanto, si bien los “límites al crecimiento” en la era capitalista incluyen unas barreras biofísicas, éstas avanzan hasta ser propias de las relaciones capitalistas, es decir, límites vinculados al modo de reproducción de la vida, el poder y el capital (Moore 2015, 9). Luego, el “colapso” de este modo particular de organización de la naturaleza plantea la posibilidad de trascender a un relación sociedad-naturaleza que mejore las condiciones de vida en general (Moore 2015, 19).

En pocas palabras, los desarrollos ecomarxistas refieren a un conjunto de teorías sobre la relación capital-naturaleza que han sido extraídas directamente de la obra de Marx o construidas a partir de algunas categorías marxistas, esto dependiendo de la interpretación dada a los textos marxianos. Sin embargo, en cierta medida, estas nociones se alejan de los postulados emancipatorios y revolucionarios de Marx, al recurrir a la existencia de unos límites naturales que restringen la acción humana (naturalismo bipolar) (Sacher 2019b, 69-71). Esta postura ha provocado que el marxismo ortodoxo clasifique a los ecomarxismos como parte del *ecologismo burgués* que se sostiene en premisas como la del agotamiento de recursos (Sacher 2019b, 69-71). Alusiones a este concepto se pueden identificar en las teorías de Foster, Altvater, O’Connor y Moore. No obstante estas objeciones, según Sacher (2019b, 72), los estudios ecomarxistas son ampliamente reconocidos, especificando que la propuesta de James O’Connor es observada como una de las teorías más importantes en el camino de construcción de un marxismo ecológico.

Pese a esta relevancia, han sido pocos los estudios empíricos que han analizado posibles expresiones de esta teoría (Sacher 2019b, 29). En virtud de ello, la presente investigación pretende ser un aporte para el necesario intercambio de conocimientos entre la realidad objetiva y los conceptos, que permitirá complementar la propuesta de O’Connor. Por tal motivo, la siguiente sección se dedica al estudio de la segunda contradicción del capitalismo: sus fundamentos, funcionamiento, dimensiones y críticas.

Este marco teórico es el que, en los capítulos posteriores (particularmente en el tercero), nos servirá para examinar una dinámica específica motivada por el cambio climático: la minería requerida para la transición hacia las energías renovables. Concretamente, lo que deseamos evaluar desde la perspectiva de la segunda contradicción es en qué medida el escenario socioambiental creado por la minería necesaria para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) –a través de la expansión de las energías limpias– afecta las condiciones de producción (es decir, llega a ser un obstáculo) del propio sector minero. Esta es la pregunta que guía nuestro estudio y cuya respuesta se espera contribuya a la elucidación de la interrogante más general sobre la medida en que el cambio climático constituye un límite o una oportunidad para la acumulación de capital.

2. James O'Connor y la teoría de la segunda contradicción del capitalismo

Presentada por primera vez en el artículo *Capitalism, Nature and Socialism* (publicado en 1988 en el primer número de la revista del mismo nombre), la teoría de la segunda contradicción del capitalismo está basada en la hipótesis de que el capitalismo genera una serie de destrucciones ambientales y sociales que pueden convertirse en barreras significativas al mismo proceso de acumulación (Sacher 2019b, 72-73). Posteriormente, en la obra *Natural Causes: Essays in Ecological Marxism*, publicada en inglés en 1998 y en español en 2001, O'Connor presenta veintiún ensayos que amplían la explicación teórica y empírica de su propuesta. Los escritos presentes en este último texto son los que fundamentan las explicaciones detalladas en esta sección.

Para O'Connor (2001, 153), la producción capitalista depende de la explotación de recursos no renovables (como los combustibles fósiles que han sostenido la expansión de la productividad del trabajo), pero también de “la cantidad y calidad de la tierra, el agua, el aire, la vida silvestre y demás, y en general de los ecosistemas”, a los cuales afecta de forma devastadora. En respuesta a estos impactos, según O'Connor, surgen movimientos sociales de resistencia, cuyo actuar se suma al detrimento material del ambiente como potencial obstáculo a las oportunidades futuras de acumulación de capital, es decir, plantean una “contradicción” en el contexto de la relación capital-naturaleza (Sacher 2019b, 73). Esta dinámica es la que O'Connor denomina “segunda contradicción del capitalismo”, en oposición a una “primera contradicción” que es preciso conocer debido a los paralelismos que O'Connor traza con ésta para la construcción de su teoría.

2.1. La “primera contradicción del capitalismo”

La teoría marxista del cambio histórico observa a la “vida material” como un proceso de dos caras (O'Connor 2001, 55). En la primera cara existen las “relaciones técnicas”, las cuales permiten a los humanos apropiarse de los materiales que brinda la naturaleza y manipularlos en su beneficio. En la segunda cara existen las “relaciones sociales”, las cuales organizan socialmente a las relaciones técnicas. En términos marxistas, las primeras relaciones corresponden a las *fuerzas productivas*, y las segundas corresponden a las *relaciones de producción*. Cuando las fuerzas productivas y las relaciones de producción entran en contradicción se producen las crisis capitalistas. Ésta es a la que O'Connor alude como la *primera contradicción del capitalismo*.

Para O'Connor (2001, 194), existe un consenso en el marxismo tradicional respecto a que esta contradicción se da entre la producción y la realización (o apropiación) del valor y el plusvalor, es decir, se trataría de una contradicción interna al capitalismo. Concretamente, en el proceso de producción capitalista:

[T]oda cantidad dada de plusvalor producido (o toda tasa dada de explotación), tendrá el efecto de crear una determinada reducción de la demanda de mercancías a precios de mercado [...] cuanto mayor sea la cantidad de plusvalor producido o más alta sea la tasa de explotación, mayor será la dificultad para realizar el valor y el plusvalor en el mercado. (O'Connor 2001, 197-198)

Interpretando lo citado, cuando los salarios (u otros derechos) de los trabajadores son reducidos, cuando se extiende la jornada laboral sin un aumento proporcional en los salarios, o cuando las máquinas incrementan la productividad de los obreros, todo esto practicado con el fin de aumentar el plusvalor obtenido del trabajo, como efecto colateral se disminuye la capacidad de consumo de los obreros. En términos del capital en general (y no de capitales individuales), esto deriva en procesos de sobreproducción –crisis de sobreproducción–, ya que existen mercancías circulando, pero no es posible un consumo rentable de las mismas. En otras palabras, existen obstáculos para la realización del valor que son internos al proceso de acumulación, y que se expresan en el lado de la demanda.

Las salidas tradicionales a este dilema incluyen el incremento del consumo de la clase capitalista, las inversiones de capital en nuevos mercados, la inversión y el consumo gubernamental financiado por la deuda, y la intrusión en mercados de otros capitales y/o de capitales en otros países (O'Connor 2001, 198). Estas respuestas –que buscan elevar y mantener la demanda en un nivel que evite una posible crisis económica–, sin embargo, llegan a causar otros tipos de “problemas potenciales” para el capitalismo (O'Connor

2001, 198). Así, el consumo capitalista implica un “uso improductivo del plusvalor”; las nuevas inversiones de capital pueden generar una brecha con la nueva demanda de consumo, aumentando el riesgo de una crisis de realización más grave en el futuro; la expansión del crédito para el consumo –sin un alza coordinada de los salarios– crea deuda, especulación e inestabilidad financiera, lo que puede derivar en una crisis del sistema financiero; la intrusión en mercados ajenos, por último, concentra o centraliza el capital, lo que empeora el problema de la apropiación del valor y genera malestar social debido a la destrucción del capitales más pequeños o débiles (O'Connor 2001, 198).

En síntesis, además de la “tradicional crisis de realización”, las crisis en el capitalismo pueden asumir otras formas: “crisis de liquidez, colapso financiero, crisis fiscal del Estado y tendencias a crisis sociales y políticas relacionadas” (O'Connor 2001, 198). En otras palabras, el capitalismo es un sistema expuesto a las crisis y, más allá de esto, es un sistema dependiente de estos eventos. En este sentido, el marxismo observa a las crisis como un “mecanismo de disciplina económica” que “reestructura y racionaliza” al capital, a fin de que éste restaure su capacidad de explotación del trabajo (y de la naturaleza, como veremos más adelante) (O'Connor 2001, 199). El capitalismo, entonces, no solo ha desarrollado, sino que ha precisado de múltiples crisis para mantenerse en el tiempo. Sin embargo, parece ser que en el pensamiento de O'Connor, la crisis en este sistema únicamente deviene –sea de forma directa o indirecta– del subconsumo (sobreproducción), lo cual, no es una postura generalizada dentro de la corriente marxista tradicional (como O'Connor defiende). Por esta razón, a continuación, es oportuno presentar un breve panorama de las diversas explicaciones que desde el marxismo se han dado a las crisis económicas, y así advertir qué otros tipos de causas han sido teorizadas.

2.1.1. Las teorías de las crisis en el pensamiento marxista tradicional

Anwar Shaikh (1978, 219) define a las crisis en el capitalismo como las fallas en las relaciones económicas y políticas de reproducción de este sistema. En sentido amplio, en la historia del pensamiento económico se distinguen tres líneas de análisis sobre la reproducción capitalista: i) la concepción burguesa nos dice que el capitalismo se autoreproduce de modo automático, sin la presencia de límites a su existencia; ii) la corriente que apoya la noción del “subconsumo” –compartida por radicales y marxistas– indica que el capitalismo es incapaz de autoreproducirse, necesitando factores externos para su crecimiento (los cuales, por ende, limitan al sistema); y, iii) la visión propiamente marxista que señala que aun cuando el capitalismo puede autoexpandirse, en este proceso

profundiza la contradicción interna en la que se fundamenta (los límites del sistema serían internos) (Shaikh 1978, 219-220). Dado que el presente estudio sigue la crítica marxista al capitalismo, nos interesan –en particular– las dos últimas líneas de pensamiento.

2.1.1.1. El subconsumo y las crisis de sobreproducción

Los autores que sostienen la idea del subconsumo basan sus argumentos en el concepto de la *brecha en la demanda*. Al gastar sus salarios, los trabajadores consumen un segmento de los bienes y servicios producidos por ellos mismos; sin embargo, como los salarios no equivalen al valor de todas las mercancías producidas (en razón del plusvalor), los trabajadores nunca pueden adquirir todo lo producido (Shaikh 1978, 223). De este modo, el consumo de los obreros siempre deja una brecha en la demanda. Si los capitalistas consumieran *todas* sus ganancias (plusvalor) en bienes de uso personal, la brecha en la demanda se cerraría, pero, al mismo tiempo, no habría ahorro, inversión, crecimiento, ni acumulación (Shaikh 1978, 223). Sin embargo, “ahorrar demasiado” impide que el consumo capitalista cubra dicha brecha, lo que podría originar una “crisis de sobreproducción (subconsumo)” (Shaikh 1978, 224). Conforme el capitalismo madura, estas crisis empeoran, pues las naciones empiezan a disputarse –de forma cada vez más feroz– los mercados externos que son vistos como una solución para cubrir la demanda faltante (Shaikh 1978, 225). Esta es la visión de los economistas conservadores.

Los marxistas que aceptan la idea de la brecha en la demanda abordan de manera diferente esta situación: la demanda efectiva no está determinada por el consumo de los obreros, sino “enteramente” por la clase capitalista que –además de su consumo personal– decide cuánto invierte en salarios y en bienes de producción (Shaikh 1978, 226). Partiendo de esta visión, serían los capitales individuales (motivados por las ganancias) los que definen los niveles de producción y de consumo. Para Marx, esto planteaba la posibilidad (aunque abstracta) de un “crecimiento equilibrado” del capital, es decir, uno donde la oferta y la demanda podrían exhibir tasas de crecimiento cercanas (Shaikh 1978, 227). De esto se desprende que el capitalismo sería capaz de una expansión autosostenida: el “subconsumo no sería un problema intrínseco” al capital (Shaikh 1978, 228).

Rosa Luxemburgo rechaza esta posibilidad, argumentando que la acumulación capitalista solo puede ser sostenida por una esfera no-capitalista que continuamente compre más de lo que vende a la esfera capitalista (Shaikh 1978, 228). Sin embargo, la expansión mundial del capitalismo “encoge” los entornos no capitalistas, intensificando así la tendencia hacia la crisis y las disputas entre los Estados capitalistas por los

territorios no capitalistas restantes (Shaikh 1978, 228). Asimismo, Paul Sweezy nota que el desarrollo capitalista conlleva una inversión en bienes de producción (máquinas) que crece más rápido que la inversión en salarios (Shaikh 1978, 229). Esto significa que la capacidad para producir bienes de consumo aumenta más rápido que la capacidad de consumo de los obreros (Shaikh 1978, 229). Eventualmente, aun la demanda de los capitalistas no logra cubrir esta brecha, ya que, la expansión capitalista demanda que estos inviertan más de lo que consumen (Shaikh 1978, 229). Como resultado, esta dinámica puede derivar en una crisis o en un estancamiento del sistema (Shaikh 1978, 229).

2.1.1.2. La ley de la tendencia decreciente de la tasa de ganancia

En oposición a los conservadores y marxistas apegados a la idea de la brecha en la demanda –que supone unos límites externos a la reproducción del capitalismo–, encontramos una corriente enteramente marxista que alude a la *tendencia decreciente de la tasa de ganancia* como la razón de las crisis capitalistas. Como sabemos, en el capitalismo, el incremento de la productividad a través de la mecanización ha surgido como el método dominante para elevar las ganancias (Shaikh 1978, 233). Este camino implica que, progresivamente, en el valor de las mercancías el componente del capital constante aumente, mientras que el componente del trabajo del obrero disminuya.

Mas, el trabajo del obrero es el que crea plusvalor (y por ende ganancias), por lo que, en este punto es donde Marx identifica lo que llamó la tendencia decreciente de la tasa de ganancia: la mecanización para aumentar la rentabilidad, provoca –al mismo tiempo– el declive de ésta. En palabras del autor: “la tasa de ganancia desciende [...] no porque el trabajo se haga más improductivo, sino porque se hace más productivo. No porque el obrero sea menos explotado, sino porque es más explotado” (Marx 1967, 439). Luego, ni la resistencia de los trabajadores, ni el alza de los salarios, son causas intrínsecas del declive de las ganancias (aunque pueden acelerar esta tendencia) (Shaikh 1978, 233).

Henryk Grossmann es uno de los marxistas que enfatiza en la centralidad de la tendencia decreciente de la tasa de ganancia para explicar las crisis del capitalismo. Grossmann sostiene que, a medida que las ganancias disminuyen, las inversiones también decaen hasta que estalla una crisis (Shaikh 1978, 236). Por efecto de la crisis: i) los capitalistas más débiles e ineficientes son eliminados; ii) crece el desempleo, debilitando la posición de los obreros; y, iii) los salarios reales tienden a caer y el proceso de trabajo se intensifica, con lo que la tasa de explotación incrementa (Shaikh 1978, 236). Luego,

estos factores elevan la tasa de ganancia, lo que significa que cada crisis prepara el escenario para la recuperación y el próximo ciclo de “auge y fracaso” (Shaikh 1978, 236).

Igualmente, para David Yaffe, conforme cae la tasa de ganancia, la acumulación se ralentiza y el desempleo crece (Shaikh 1978, 237). En un intento por mantener la rentabilidad, los capitalistas elevan los precios de las mercancías, dando paso a una “espiral inflacionaria” (Shaikh 1978, 237). Ante este escenario, el Estado debe intervenir para mantener el empleo en un nivel políticamente aceptable, y para salvar a las industrias en crisis (Shaikh 1978, 237). No obstante, el financiamiento deficitario del Estado solo acelera la inflación, a la vez que evita que los salarios caigan lo suficiente para ayudar a restaurar la rentabilidad (Shaikh 1978, 237). De este modo, la crisis se profundiza.

De lo expuesto, podemos concluir que en el marxismo no existe un consenso sobre las causas y las formas que adoptan las crisis en el capitalismo. De este modo, la *brecha en la demanda* (que supone límites externos al sistema) y la *tendencia decreciente de la tasa de ganancia* (que supone límites internos al sistema) son las nociones que han servido a los marxistas para explicar estos eventos, siendo el segundo concepto postulado por el propio Marx como clave en el origen de las crisis capitalistas. Luego, a partir de estas teorías, resulta evidente que la propuesta de la *primera contradicción del capitalismo* no sigue el pensamiento de Marx. Incluso, podemos argumentar que esta idea es antagónica a las ideas marxianas, ya que propone al *subconsumo* como la raíz de las crisis. En este mismo tema, la formulación de O'Connor tampoco guarda semejanza con las explicaciones marxistas, sino más bien con la teoría conservadora de las crisis en el capitalismo. Estos desacuerdos con el pensamiento marxiano/marxista restan solidez teórica al planteamiento de O'Connor; sin embargo, la sencillez en su exposición de la primera contradicción facilita la comprensión de la *segunda contradicción*, la cual, como veremos en la siguiente sección, fue construida como un paralelo de la primera.

2.2. La “segunda contradicción del capitalismo”

Ante la relativa ausencia de la cultura y la naturaleza en los análisis marxianos, O'Connor (2001, 55) propone un abordaje marxista-ecológico de la historia que integre los asuntos de la cultura y la naturaleza con la categoría tradicional del trabajo. Siguiendo esta idea, el materialismo histórico tendría que basarse en el estudio del desarrollo tecnológico, la división del trabajo y las relaciones de propiedad y poder, así como también en el de “formas históricamente específicas de cultura y naturaleza” (O'Connor

2001, 56). En otras palabras, el materialismo histórico debe tratar la interrelación entre las formas históricas de naturaleza, cultura y trabajo social (O'Connor 2001, 56).

Centrándonos en la naturaleza, O'Connor (2001, 66) indica que si bien la sociedad la ha transformado por medio del trabajo, la naturaleza (procesos químicos, biológicos y físicos) también ha cambiado y se ha transformado a sí misma con autonomía de la “economía humana”. Esto implica que en el proceso de producción confluyan fuerzas tanto humanas como naturales (O'Connor 2001, 58), siendo estas últimas una fuerza productiva independiente, así como una “condición de producción” (O'Connor 2001, 66). Al respecto, O'Connor (2001, 66) señala que ciertas “condiciones naturales” son más apropiadas que otras para el surgimiento/avance de un determinado modo de producción. Así, en Rondonia (Brasil), el estado del suelo del bosque tropical lluvioso no ha permitido el progreso de la pequeña agricultura y la ganadería industrial. Por el contrario, en el litoral mediterráneo se desarrollaron incipientes mercados capitalistas de clase.

Estos casos, entre otros, evidencian que el agotamiento (o la abundancia) de los recursos naturales impacta en el desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción. Luego, la alusión de O'Connor a los procesos ecológicos como un tipo de *condición de producción* hace necesaria la explicación de esta categoría, ya que, como se verá más adelante, ésta es el pilar en el desarrollo de la teoría de la segunda contradicción.

2.2.1. ¿Qué son las condiciones de producción?

O'Connor observa a las condiciones de producción como “todo aquello que no es producido como una mercancía pero sí tratado *como* si fuese una mercancía”, es decir, todo aquello a lo que se le asigna un valor de cambio pese a no haber sido producido según las fuerzas del mercado o la ley del valor (O'Connor 2001, 175). Marx menciona a las condiciones de producción en algunos pasajes de su obra, lo que le sirvió a O'Connor para atribuirle (a Marx) la identificación de tres tipos de condiciones: i) las “condiciones personales de producción”, referidas al bienestar físico y mental de los obreros (fuerza de trabajo); ii) las “condiciones físicas externas”, como el estado de los ecosistemas y la calidad del ambiente en general (condiciones naturales); y, iii) las “condiciones comunales y generales”, relacionadas a la infraestructura como medios de comunicación y de transporte (O'Connor 1991, 116; 2001, 175). En esta última condición se incluye lo que O'Connor llama la “naturaleza urbana capitalizada”, es decir, los espacios urbanos que estructuran al capital (O'Connor 2001, 196).

En el contexto de la presente investigación nos interesan las “condiciones físicas externas” o “condiciones naturales”, las cuales comprenden la “riqueza natural” en medios de subsistencia –como un suelo fértil– y en instrumentos de trabajo –como minerales, madera, carbón– (O'Connor 2001, 178). Estos elementos naturales, de acuerdo a Marx, se integran en el capital variable y constante, y contribuyen en el proceso de producción de forma independiente a la cantidad de trabajo empleada en éste (O'Connor 2001, 178). Así, unas condiciones naturales apropiadas elevan la productividad del trabajo, lo que reduce el valor de las mercancías e incrementa la producción de valor excedente y de utilidades (O'Connor 2001, 178). No obstante, pese a ser formas de capital, las condiciones externas no son mercancías, ya que, por más que la economía neoclásica intente valorar el aire libre, las áreas silvestres, los bosques lluviosos, etc., estos no fueron producidos para su venta en el mercado mundial (O'Connor 2001, 179). Careciendo de valor de cambio, luego, el “valor de la naturaleza” no sólo está regulado por la demanda del mercado, sino también por la lucha de clases y la de los movimientos ambientalistas, que reivindican unos usos menos destructivos de la naturaleza (O'Connor 2001, 179).

En otras palabras, las condiciones de producción son las “fuerzas y relaciones de reproducción social capitalistas” (O'Connor 2001, 195), es decir, una serie de materiales naturales y relaciones sociales que no son producidas en una forma capitalista, pero que el capital sí mercantiliza y destruye bajo el supuesto de su disponibilidad ilimitada. En el caso particular de las condiciones naturales de producción, de acuerdo a O'Connor, éstas se (re)producen siguiendo sus propias leyes (y no las del mercado), por lo que, en cierto momento, su disponibilidad (cualitativa y cuantitativa) podría no satisfacer la demanda de la producción capitalista. Este escenario, en consecuencia, implica un conflicto entre los procesos ecológicos y la operación del capitalismo, el cual, constituye la esencia de la segunda contradicción del capitalismo que se explica a continuación.

2.2.2. ¿De qué trata la segunda contradicción del capitalismo?

Como analizamos, para O'Connor, la teoría marxista tradicional alude a una contradicción entre las fuerzas y las relaciones de producción, que deriva específicamente en crisis de sobreproducción o de realización del valor. En analogía a esta primera contradicción, como demostrara Sacher (2019b), O'Connor (2001, 196) plantea que en el marxismo ecológico la contradicción se da entre las relaciones y fuerzas de producción, por una parte, y las condiciones de producción, por otra parte. Esta segunda contradicción, concretamente, se manifiesta cuando los “capitales individuales” –con el fin de mantener

o restaurar sus ganancias— reducen o externalizan sus costos en perjuicio de la fuerza de trabajo o de la naturaleza, lo que tiene como efecto no previsto el incremento de sus propios costos y los de otros capitales (o del capital en general, en un caso extremo) (O'Connor 2001, 211). Esta dinámica reduce las utilidades producidas y, conforme avanza, puede desembocar en “crisis de liquidez o subproducción de capital” (O'Connor 2001, 196). En este sentido, las “crisis ambientales” serían el resultado de procesos de “subproducción” (Castree 2000, 19). En palabras de O'Connor:

[L]a segunda contradicción afirma que cuando los capitales individuales procuran defender o restaurar los beneficios reduciendo o externalizando los costos, tienen el efecto imprevisto de reducir la ‘productividad’ de las condiciones de producción y, por lo tanto, de elevar los costos promedio. Los costos pueden subir para los capitales individuales en cuestión, para otros capitales o para el capital en su conjunto. (O'Connor 2001, 289-290)

O'Connor proporciona algunos ejemplos de acumulación capitalista que dañan o destruyen sus propias condiciones de reproducción. Indica, en cuanto a las condiciones físicas, que el calentamiento de la atmósfera y la lluvia ácida destruyen inevitablemente a especies animales (entre estas a los humanos) y vegetales, ecosistemas urbanos y rurales, y ganancias (O'Connor 2001, 202). Señala, en relación a las condiciones generales, los costos que el capital urbano enfrenta en razón de la congestión vehicular y las altas rentas (O'Connor 2001, 202). Por último, menciona que la destrucción de la vida familiar y comunitaria, así como la creación de entornos laborales tóxicos, afectan a las condiciones personales de producción (O'Connor 2001, 203). Argumenta que “el gasto total asignado a proteger o restaurar estas condiciones podría ascender a la mitad o más del producto social total” (O'Connor 2001, 203). Desde la perspectiva del capital, todos estos gastos son improductivos y, conforme crecen (ya que el capital en expansión no se limita en su apropiación de las condiciones de producción), ponen en peligro las utilidades y la capacidad para producir y acumular más capital (O'Connor 2001, 202). Esta sería la expresión de la “tendencia autodestructiva del capital” (Sacher 2019b, 83).

Esto implica que en la segunda contradicción no hay problema para realizar el valor (como en la primera contradicción), pero sí para producirlo, por lo que, en esta ocasión es el “lado del costo” el que se ve afectado (O'Connor 2001, 211). Pero el asunto de los costos, además de un origen material, tiene un origen social. Ante la destrucción de las condiciones de producción —que también son las “condiciones de vida” de la población—, surgen “nuevos movimientos sociales” que son definidos como “la ‘sociedad’ que lucha contra las formas específicas en que el capitalismo reestructura las

condiciones de producción transformadas en mercancías” (O'Connor 2001, 358). Si el movimiento sindical (asociado a la primera contradicción) forzó al capitalismo a adoptar formas más sociales de las fuerzas y relaciones productivas, el movimiento ambiental o el feminismo (asociados a la segunda contradicción) pueden “empujar al capital” hacia formas más sociales de (re)producción de las condiciones de producción (O'Connor 2001, 207). Esto constituiría una “barrera social” al capital, ya que, la exigencia de que éste preserve y restaure las condiciones de vida –de ser cumplida– podría amenazar la rentabilidad del mismo (O'Connor 2001, 286).

En este punto, es importante volver al hecho de que las condiciones de producción son (re)producidas fuera de los circuitos del capital, por lo tanto, su distribución no está regulada por el mercado. Se precisa, entonces, de la mediación de un ente “independiente o relativamente autónomo” que produzca estas condiciones y controle el acceso del capital a las mismas (O'Connor 2001, 181). Este ente, para O'Connor (2001, 181), es el “Estado capitalista”, el cual pone las condiciones de producción a disposición del capital en “las cantidades y calidades deseadas, y en los momentos y lugares adecuados”. Esta acción estatal es necesaria, ya que, por su esencia, el capitalismo no observa límites en la explotación de las personas y de la naturaleza (O'Connor 2001, 181). De esta manera, casi todas las funciones internas del Estado tienen que ver directa o indirectamente con una o más de las tres condiciones de producción (O'Connor 2001, 290-291).

Sin embargo, el poder capitalista no es el único que interviene en el accionar del Estado, sino que en éste también influyen las relaciones de fuerza que los movimientos sociales logran establecer. Así, en la relación Estado-capital, el objetivo es que las políticas garanticen la existencia y reproducción de las condiciones de producción en forma de mercancías (O'Connor 2001, 182). Mientras que, en la relación Estado-sociedad, el fin de las políticas es proteger, restaurar y reestructurar (durante los periodos de crisis) las condiciones de producción, considerando para ello las necesidades de la población (O'Connor 2001, 219). Estas relaciones suponen que las políticas sobre trabajo, ambiente e infraestructura están sujetas a la evaluación pública, por lo que, deben intentar ajustarse a las demandas de la sociedad para ser tomadas como legítimas y a las del capital para ser vistas como productivas (O'Connor 2001, 183). De este modo, la mediación estatal entre el capital y la naturaleza politiza a las condiciones de producción (O'Connor 2001, 183).

Resumiendo, con la *segunda contradicción del capitalismo*, O'Connor plantea la posibilidad de que la acumulación de capital no solo tenga límites económicos (internos al sistema), sino también límites biológicos/ecológicos (externos al sistema). Estas

barreras exógenas están vinculadas a las llamadas *condiciones de producción*, mismas que no son producidas como mercancías, pero que el capital si mercantiliza asumiendo su disponibilidad ilimitada. Marx, de acuerdo a O'Connor, identifica tres condiciones de producción: las personales (fuerza de trabajo), las físicas (naturaleza) y las generales (infraestructura y espacio). Cuando los capitales individuales buscan mantener o restaurar sus ganancias, externalizan sus costos destruyendo a las condiciones de producción, lo cual, como efecto no esperado, puede elevar los costos para otros capitales individuales e incluso para el capital en general. Este sería el origen material de una *crisis de subproducción*. Mas, siendo que las condiciones de producción son las *condiciones de vida* de la sociedad, ésta se organiza en la forma de los *nuevos movimientos sociales* para exigir al capital el mantenimiento apropiado y la reparación de los daños provocados a las condiciones de producción. Este sería el origen social de la segunda contradicción.

Luego, dado que las condiciones de producción no son producidas bajo las leyes de mercado, su acceso y distribución debe estar regulado por un ente autónomo: el Estado capitalista. Así, el Estado se convierte en un mediador que, por un lado, busca garantizar al capital la disponibilidad (cualitativa y cuantitativa) de las condiciones de producción y, por otro lado, intenta que la población cuente con unas condiciones de vida apropiadas para su desarrollo. En virtud de ello, las relaciones de fuerza que logren establecer tanto el capital como la sociedad con el Estado son las que determinarán la (re)producción de las condiciones de producción, proceso a través del cual éstas quedan politizadas.

Tras esta síntesis, podemos distinguir tres elementos claves en la ocurrencia de la segunda contradicción: i) su origen material, ii) su origen social, y iii) la mediación estatal. Sacher (2019b, 92-99), analizando los argumentos de O'Connor, identifica a los dos orígenes como “*dos dimensiones* distintas de la ‘segunda contradicción’”: una “*dimensión física*” asociada a la destrucción de las condiciones de producción por parte del capital, y una “*dimensión social*” asociada a los conflictos y movimientos sociales que surgen a partir de tal destrucción. Observando la coherencia de la propuesta de Sacher con los postulados oconorianos, se ha decidido adoptar estas dos dimensiones como la estructura teórica que permitirá analizar, durante el tercer capítulo de esta investigación, en qué medida los problemas socioambientales que surgen a raíz de la minería ligada a las energías renovables –impulsadas éstas como una de las soluciones viables al cambio climático– son una expresión de la segunda contradicción del capitalismo. Por consiguiente, en la próxima subsección, se amplía el detalle de los dos orígenes o dimensiones de esta contradicción.

2.2.3. Las dos dimensiones de la “segunda contradicción del capitalismo”

El análisis en las subsecciones anteriores nos indica que los esfuerzos de O'Connor están encaminados a la construcción de un materialismo ecológico-histórico que explique cómo la historia no solo es el resultado de la economía humana (procesos de producción material), sino de la interacción de ésta con la economía de la naturaleza (procesos ecológicos). De este modo, la teoría ecomarxista de la segunda contradicción se centra en las condiciones de (re)producción de las condiciones de producción, a diferencia de la teoría marxista tradicional que analiza solamente la (re)producción del capital. En la segunda contradicción, Sacher (2019b, 93) ha identificado a la relación de explotación entre el capital y sus condiciones de producción como una “dimensión material”, y a la relación de “protección” que O'Connor distingue entre la sociedad y las condiciones de producción, como una “dimensión social”. Estas dos dimensiones interactúan entre sí, pero en cada una se destaca un actor que atiende a sus propios intereses: los capitalistas en la dimensión material y los movimientos sociales en la dimensión social. Para entender la autonomía y las interrelaciones entre estas dimensiones, a continuación, se presenta una breve descripción de cada una de éstas.

2.2.3.1. Dimensión material de la segunda contradicción del capitalismo

En la segunda contradicción del capitalismo, el capital muestra una tendencia autodestructiva al apropiarse y destruir sus condiciones de producción, bajo el supuesto de que éstas son recursos ilimitados. En su afán por mantener o restaurar sus ganancias, específicamente, los capitales individuales externalizan sus costos –en perjuicio de las condiciones de producción– elevando así sus propios costos, los de otros capitales individuales y los del capital en general. Estos “costos adicionales” pueden estar relacionados (pero no se limitan) a: i) los gastos en seguridad pública resultado del deterioro del medio social, ii) los gastos para remediar/detener la destrucción ambiental pasada y presente, iii) los costos de crear y producir sustitutos artificiales para los bienes de consumo y los medios de producción de la naturaleza, iv) el costo de gestionar los desechos y residuos, entre otros (O'Connor 2001, 203). Si el incremento en estos costos no es controlado, el capital puede llegar a imponer barreras (e incluso límites) a su propia acumulación (Sacher 2019b, 83). Ésta es la raíz de la segunda contradicción.

Este conflicto parte del proceso de competencia que impulsa a los capitales individuales a intentar incrementar su rentabilidad, ante el riesgo de sucumbir frente a otros capitales individuales (Sacher 2019b, 87). En este escenario, las discrepancias

intracapital surgen por varias razones. Para empezar, los intereses de los capitales individuales pueden ser contrarios a los del capital en general, por ejemplo, cuando los recursos naturales son convertidos en mercancías diferentes a los bienes de consumo necesarios para sostener a la fuerza de trabajo (como los cultivos para producir agrocombustibles) (O'Connor 2001, 184). Asimismo, los intereses entre los capitales individuales también pueden divergir: en un proceso de reorganización urbana, ¿cuál capital –comercial o industrial– obtendrá una zonificación favorable? (O'Connor 2001, 184). A estas causas se suma la temporalidad en los resultados esperados: generalmente, los capitales individuales persiguen metas a corto plazo, lo que modifica las posibilidades del capital en general de mantenerse en el tiempo (O'Connor 2001, 184). Todos estos desacuerdos complejizan la transformación de las condiciones de producción (que son en esencia valores de uso) en valores de cambio, y su distribución (O'Connor 2001, 190).

En otras palabras, la tensión que se genera entre el modo de producción capitalista y sus condiciones de producción afecta al abastecimiento de los medios de producción, incrementa los costos de producción y disminuye la rentabilidad (Sacher 2019b, 96). Dado que la acumulación de capital siempre debe incrementar (nunca retroceder o estancarse pues esto desemboca en una crisis económica), la apropiación y degradación de la fuerza de trabajo, la naturaleza y la infraestructura tampoco se detiene. Este proceso (infinito en el capitalismo) destruye físicamente a las condiciones de producción, hasta llegar a un punto en que la producción capitalista pueda verse limitada por una “escasez” (en calidad y cantidad) de estas condiciones.² Para O'Connor, este es el modo en el que el capital tiende a imponer una “barrera física” a su propia acumulación. No obstante, O'Connor también menciona una “barrera social” originada por las demandas de los nuevos movimientos sociales, la cual, es explicada en el siguiente apartado.

2.2.3.2. Dimensión social de la segunda contradicción del capitalismo³

En reacción a: i) la destrucción –cada vez más intensa– de las condiciones de producción por parte del capital, ii) la externalización –cada vez más extensa– de los

² Una “escasez” en un sentido marxista, no neomalthusiano (O'Connor 2001, 203).

³ En la formulación de la segunda contradicción, O'Connor (2001, 9) señala al economista Karl Polanyi como su segunda fuente de influencia después de Karl Marx. De acuerdo a Sacher (2019b, 100), la filiación de O'Connor a Polanyi es más evidente en lo que él (Sacher) llama la *segunda dimensión* de la segunda contradicción, refiriendo particularmente a los conceptos del contra-movimiento y el doble-movimiento como la estructura que delinea a la *dimensión social* de la teoría de O'Connor. Un análisis de la influencia de Polanyi en O'Connor escapa al alcance del presente estudio e incluso podría ser motivo de un trabajo de investigación exclusivo. Sin embargo, se puede recurrir al trabajo de Sacher (2019b, 100-104) para profundizar en esta cuestión.

costos de la acumulación de capital, y iii) la apropiación de nuevos territorios para garantizar la (re)producción de dichas condiciones, surgen “nuevos movimientos sociales” paralelos al movimiento obrero (Sacher 2019b, 93). Estos movimientos sociales luchan para evitar que el capital transforme a las condiciones de producción en mercancías, y que luego las reestructure en función de este nuevo carácter (O'Connor 2001, 358). En la medida en que estas organizaciones logran movilizar al resto de la población y establecer relaciones de fuerza con el capital y el Estado, pueden modificar la (re)producción de las condiciones de producción, así como las relaciones de éstas con la acumulación de capital (O'Connor 2001, 188). De este modo, las luchas intracapital y entre éste, el Estado y la sociedad civil, afectan –de modos complejos y hasta desconocidos– la producción y regulación de las condiciones de producción (O'Connor 2001, 188). En cuanto a la naturaleza, condición de nuestro interés, son los conflictos que surgen de múltiples esferas los que dan forma al aprovechamiento de los recursos.

Para O'Connor (2001, 358), a cada condición de producción se asocia un tipo de movimiento social. Así, el ecologismo y el ambientalismo tratan de las condiciones físicas o naturales; el feminismo aborda las condiciones personales o de la fuerza de trabajo; y, los movimientos urbanos se vinculan a las condiciones generales o de la infraestructura (O'Connor 2001, 358). Esto significa que cada movimiento social lucha por una meta material específica, pese a lo cual, implícitamente, se trazan el mismo objetivo político: “lograr que el Estado responda más y esté dispuesto a la rendición de cuentas” (O'Connor 2001, 360). Este objetivo se desprende de una sociedad que atiende a su “propia lógica de acción social”, y no solo a la estructura que le han dado las leyes de acumulación capitalista (proletarios) y el Estado (clientes) (O'Connor 2001, 187). Así, el movimiento ecologista tiene un componente de clase dado que los desastres ambientales impactan en mayor grado a las poblaciones de bajos recursos, pero también contempla unas formas organizativas y culturales propias –como las emanadas de las cosmovisiones indígenas–.

A través de sus reivindicaciones y acciones, los “nuevos movimientos sociales” aumentan los costos del capital y reducen su rentabilidad, es decir, son perjudiciales para los intereses capitalistas (O'Connor 2001, 286). Estos “costos extras” pueden tomar diversas formas: i) impuestos o multas por daños al ambiente o al bienestar de los trabajadores, ii) gastos para producir “bienes y servicios verdes”, iii) costos asociados a la reorganización de los espacios de trabajo, iv) costos asociados a la reubicación de fábricas, etc. (Sacher 2019b, 96). Pero la exigencia por mejores condiciones de salubridad en las fábricas, por la restauración de la calidad de las aguas fluviales, o por ciudades

menos congestionadas, no son solo “costos extras” para el capital, sino que “desafían el control del capital sobre la fuerza de trabajo, el ambiente y lo urbano” (O'Connor 2001, 289). De esta forma es como los nuevos movimientos sociales podrían constituir una *barrera social* al capital. Para autores como Stuart Rosewarne (1997) y Edward Mariyani-Squire (2000), la dimensión social es incluso más relevante que la dimensión material.

Estas son las dimensiones que exhibe la segunda contradicción del capitalismo, mismas que podrían suponer barreras al proceso de acumulación de capital. La primera es la *dimensión material* que tiene que ver con la destrucción de las condiciones de producción al ser mercantilizadas en beneficio del capital; la segunda es la *dimensión social* que alude a la acción de la sociedad civil en razón de los perjuicios que el capital ocasiona en sus condiciones de vida. Ambas barreras implican que el capital sería capaz de autodestruirse o autosubvertirse. Sin embargo, en el análisis de estas dimensiones también encontramos algunos contrasentidos. En la dimensión social, por ejemplo, la satisfacción de las demandas de los nuevos movimientos sociales más que un obstáculo podría representar una oportunidad para la continuidad del capital, ya que éste se ve obligado a disminuir (o hasta cesar) la destrucción de sus condiciones de producción. Asimismo, el obstáculo que supone la dimensión física podría motivar el desarrollo de tecnologías más eficientes para aprovechar las condiciones de producción, reduciendo con esto la posibilidad de una *escasez* de las mismas. Lo dicho genera cierta incertidumbre respecto a la validez práctica de la segunda contradicción, formando estas ideas parte de las críticas a la propuesta de O'Connor, las cuales, se recogen en la siguiente subsección.

2.3. Críticas a la teoría de la “segunda contradicción del capitalismo”

Reaccionando a la teoría de O'Connor, connotados autores la han descrito como “un intento fascinante pero inexacto de construcción de una teoría a partir de categorías marxistas” (Spence 2000, 107), “una tesis plausible aunque controvertida” (Harvey 2014, 241), y “una idea fértil pero muy discutible” (Martínez Alier y Roca Jusmet 2013, 47). Spence (2000), para iniciar, señala que la noción de condiciones de producción –eje de la teoría de O'Connor– es amplia y únicamente aplicable al abordar las “condiciones naturales”. Además, considera que la semejanza entre los “nuevos movimientos sociales” y los de la clase trabajadora no se sostiene, sino que la importancia de los primeros podría entenderse en el marco de un análisis de clase. Continuando, Harvey (2014) indica que la tesis de O'Connor es rebatible al considerar que el capital ha sido exitoso en superar las dificultades ecológicas que ha provocado. En este sentido, el autor argumenta que:

[E]l capital cuenta con una prolongada trayectoria de resolución de sus dificultades medioambientales, sin importar si están relacionadas con su utilización de los recursos ‘naturales’, con la capacidad de absorber sustancias contaminantes o de lidiar con la degradación de los hábitats, la pérdida de biodiversidad, el empeoramiento de la calidad del aire, la tierra y el agua, y otras cuestiones similares. (Harvey 2014, 241)

Para Harvey, el capital ha logrado transformar a los asuntos ambientales en actividades empresariales, con lo cual, la naturaleza ha sido convertida en una “estrategia de acumulación” (concepto del Neil Smith) (Harvey 2014, 243). De este modo, con respecto al cambio climático, por ejemplo, las acciones para reducir las emisiones de carbono podrían derivar en la creación y no la satisfacción de necesidades: las nuevas tecnologías generadas para enfrentar el calentamiento global podrían devenir en otros problemas ambientales que requieran el empleo de otras tecnologías (Harvey 2014, 243). En el mismo caso, el mercado de emisiones de carbono se ha constituido en una importante “fuente de beneficios especulativos”, antes que en una herramienta para limitar las emisiones globales (Harvey 2014, 244). Esto evidenciaría que es perfectamente posible que la circulación y acumulación de capital continúen en medio de las catástrofes ambientales, pues éstas generan múltiples oportunidades para el florecimiento de un “capitalismo del desastre” (Harvey 2014, 244). Incluso, más allá de las nuevas oportunidades de negocio, los desastres ambientales son aprovechados por el capital para ocultar sus propios fallos detrás de las aparentes barreras que supondría la “furia imprevisible, caprichosa y testaruda” de la naturaleza (Harvey 2014, 249).

Por otra parte, Martínez Alier y Roca Jusmet (2013, 47) –respecto a la idea de los nuevos movimientos sociales– indican que la presión que estos ejercen puede resultar en el desarrollo de tecnologías más ecológicas por ejemplo, las cuales podrían generar oportunidades de inversión y de crecimiento del capital. Igualmente, arguyen que es “demasiado optimista” pensar que la degradación ambiental creará su “propio mecanismo de compensación” al elevar los costos de producción y amenazar con esto a la acumulación de capital (Martínez Alier y Roca Jusmet 2013, 48). En este sentido, no se puede ignorar la capacidad del capital para sostener la acumulación aún en medio de la degradación ambiental, convirtiéndola en una oportunidad para crear nuevos negocios (idea similar al “capitalismo del desastre” propuesto por Harvey).

Finalmente, debemos recordar las críticas que ya fueran hechas al planteamiento teórico de la primera contradicción del capitalismo y a la noción de crisis que O’Connor maneja (pág. 30). El análisis efectuado de las teorías de la crisis en el capitalismo indicó que es errónea la afirmación de O’Connor sobre una crisis de sobreproducción asociada

a una primera contradicción como una idea consensuada dentro del pensamiento marxista tradicional. Igualmente, en este análisis se evidenció que la interpretación de O'Connor de la crisis no solo que no sigue los postulados de Marx, sino que llega a ser antagónica a las ideas marxianas al proponer que el *subconsumo* es la raíz directa de las crisis y que éste se origina al interior del sistema capitalista. En este aspecto, Sacher (2019b, 112) observa a la perspectiva de O'Connor como una “amalgama entre diferentes teorías de la crisis” que es presentada como una “contradicción única” (la primera contradicción).

Las críticas a la segunda contradicción apuntan tanto a su validez teórica como práctica. En lo teórico, surgen discrepancias entre la noción de crisis adoptada por O'Connor para explicar la primera contradicción y la forma en que estos eventos son concebidos por el propio Marx y por varios estudiosos marxistas. Asimismo, se señala que la categoría de condiciones de producción solo es aplicable cuando se trata de la naturaleza y que los nuevos movimientos sociales no pueden ser un equivalente del tradicional movimiento obrero (como lo propone O'Connor). En lo práctico, se indica que es *demasiado optimista* pensar que la degradación de la naturaleza –y la reacción ciudadana que esto conlleva– pueda representar un obstáculo para la acumulación de capital. Por el contrario, el daño ambiental y los conflictos sociales podrían derivar en innovaciones tecnológicas que generen más mercados, o incluso ser aprovechados por el capital para ocultar sus fallas detrás de una *hostilidad* propia de la naturaleza.

Estas críticas –en su sentido teórico– son consistentes con lo afirmado por Sacher en su investigación doctoral. Al respecto, este autor sostiene que los ecomarxismos son aún “teorías en construcción” dentro del pensamiento marxista (Sacher 2019b, 26). Esto implica que las reflexiones del marxismo ecológico han sido escasamente confrontadas con la realidad, lo que ha impedido mejorar el conocimiento del mundo concreto (Sacher 2019b, 28). La propuesta de O'Connor, pese a ser una noción citada en numerosos artículos académicos, no escapa a esta circunstancia, ya que son pocos los trabajos dedicados a analizar posibles expresiones empíricas de esta teoría (Sacher 2019b, 29). Ante esta falencia, se pretende que el presente estudio –que busca conocer en qué medida la minería asociada al crecimiento de las energías limpias puede llegar a crear dificultades para la continuidad del capitalismo– se constituya en un aporte para el afinamiento teórico de la segunda contradicción. Por otra parte, acogiendo el sentido práctico de las críticas expuestas, nuestro análisis se centrará en las condiciones físicas externas o condiciones naturales de producción –como el estado de los ecosistemas y la calidad del ambiente en general–, criterio que ya fuera mencionado en la página 32.

Concluyendo, la teoría de la segunda contradicción del capitalismo parte de la noción de una primera contradicción, supuestamente consensuada dentro del marxismo tradicional. Si la primera contradicción alude a una relación antagónica entre las fuerzas y las relaciones de producción –que deriva en crisis de sobreproducción–, la segunda contradicción alude a una relación antagónica entre fuerzas/relaciones productivas y condiciones de producción –que deriva en crisis de subproducción–. De este modo, el capital no solo explota a la fuerza laboral (primera contradicción), sino que también destruye a las condiciones personales, naturales y generales que le permiten seguir acumulándose (segunda contradicción). Este detrimento de las condiciones de producción no se limita a un ámbito material, sino que implica el surgimiento de nuevos movimientos sociales (como el ecologista) que, análogos al movimiento obrero, buscan que el capital cese y repare los daños que causa. Como mediador en este escenario encontramos al Estado capitalista, cuya regulación y distribución de las condiciones de producción no solo obedece a las expectativas productivistas de los capitales individuales, sino también a las necesidades de la sociedad en cuanto a la protección de sus condiciones de vida.

Estas dos dinámicas –el daño ambiental y el conflicto social–, identificadas por Sacher como dos dimensiones distintas de la segunda contradicción, son las que llevan al capital a autosocavar sus bases de (re)producción. Sin embargo, las críticas a la teoría de O'Connor exigen un mayor estudio de la misma, el cual esté dirigido a solventar sus falencias teóricas y empíricas. Esta exigencia es el motor de la presente investigación, en la cual se ha escogido analizar en qué medida un aspecto particular que surge a raíz del cambio climático –la minería necesaria para el desarrollo de las energías limpias– puede ser un obstáculo o una oportunidad para el sostenimiento del capitalismo. Estudios de este tipo son básicos para todas las corrientes ecomarxistas, ya que, cabe la posibilidad de que al resolver las fallas de cada propuesta, se resuelvan progresivamente los desacuerdos que imposibilitan consolidar una única propuesta marxista-ecologista. De no efectuarse esta tarea, crecería el nivel de dificultad en la *necesaria* convergencia entre verde y rojo.

3. Conclusiones

Los problemas ambientales contemporáneos representan un reto para la teoría marxista de la economía política, misma que ha sido criticada (por marxistas y no marxistas) por no considerar explícitamente a la naturaleza como un elemento clave en el desarrollo del sistema económico capitalista. Este vacío en el trabajo de Marx ha sido reconocido por el marxismo heterodoxo, rama que retoma e interpreta ciertos pasajes de

la obra del autor en un intento por integrar la dimensión ecológica en la teoría marxista. De estos intentos surge la corriente del ecomarxismo, misma que combina elementos del pensamiento marxiano con nociones como las de los límites naturales y el agotamiento de recursos, pese a que estas últimas ideas han sido históricamente rechazadas por la escuela marxista. Específicamente, el objetivo de las teorías ecomarxistas es extender la crítica marxista hacia el asunto ecológico. Entre los autores que integran esta corriente, los más destacados son John Bellamy Foster, Elmar Altvater y James O'Connor.

James O'Connor, en particular, propone la existencia de la segunda contradicción del capitalismo, la cual es tomada como una de las teorías más importantes en la construcción de un marxismo ecológico. Esta contradicción se manifiesta cuando los capitales individuales, en su afán por incrementar la rentabilidad, externalizan sus costos en detrimento de sus *condiciones de producción*. Sin embargo, paradójicamente, esta destrucción eleva los costos de producción de dichos capitales, de otros capitales individuales y, en un caso extremo, del capital en general. Al referirse a las condiciones de producción, O'Connor alude a todos aquellos elementos que no son producidos como mercancías, pero el capital sí mercantiliza y destruye –asumiendo que son bienes y servicios ilimitados– para mantener e incrementar sus ganancias. Según O'Connor, existen tres condiciones de producción, siendo las condiciones físicas o naturales –es decir, el estado de la naturaleza en general– las que nos interesan en esta investigación.

En otras palabras, el deterioro de las condiciones de producción implica problemas para producir valor y plusvalor. Este problema, para O'Connor, tiene dos orígenes: uno material y otro social, los cuales son identificados por Sacher como dos dimensiones diferentes de la segunda contradicción. La *dimensión material* trata de la explotación continua de las condiciones de producción por parte de los capitales individuales, lo cual, en cierto momento, puede suponer una *barrera física* al capitalismo. La *dimensión social* aborda la protección a las condiciones de producción por parte de los nuevos movimientos sociales, cuyas demandas –de ser satisfechas– pueden suponer una *barrera social* al capitalismo. Para O'Connor y otros autores, la barrera social es, en mayor medida que la física, la que puede empujar al capital hacia formas más sociales de producción y distribución de las condiciones de producción. Finalmente, la tensión que surge entre los capitalistas y la sociedad civil por el uso de las condiciones de producción es mediada por Estado, el cual distribuye los recursos atendiendo a las necesidades de ambos sectores.

En base a lo descrito, se colige que O'Connor intenta construir un materialismo ecológico-histórico que explique a la historia como el producto de la interacción entre la

economía humana (procesos de producción material) y la economía de la naturaleza (procesos ecológicos). Este intento, sin embargo, no está exento de críticas que cuestionan su solidez teórica y validez práctica. En lo teórico destaca la diferencia entre la noción de crisis adoptada por O'Connor y la forma en que estos eventos son explicados por el propio Marx y por varios estudiosos marxistas. En lo empírico se duda que la degradación de la naturaleza –y la reacción ciudadana que esto motiva– pueda representar un obstáculo para la acumulación de capital. Estos reparos hacen necesaria una mayor confrontación de la teoría de O'Connor con la realidad objetiva, a fin de identificar las particularidades de la segunda contradicción y así definirla de forma más precisa. Para realizar este ejercicio, es el mismo O'Connor quien indica que “la pregunta más importante –¿crea el capital sus propias barreras o límites al destruir sus propias condiciones de producción?– tiene que plantearse en términos de *valores de uso específicos*, así como de valor de cambio” y en términos de los conflictos sociales vinculados a dichos valores (O'Connor 2001, 202).

Siguiendo este principio, y enfocados en las condiciones naturales de producción, en la presente investigación se propone analizar un aspecto particular derivado del cambio climático bajo la luz de la teoría de la segunda contradicción del capitalismo. Al respecto, se conoce que la dependencia del capitalismo industrial hacia los combustibles fósiles llega a ser una de las principales fuentes del exceso de GEI en la atmósfera, es decir, una de las principales causas del cambio climático. Luego, el problema del clima ha justificado un gran impulso a las energías renovables, al ser vistas como tecnologías bajas en emisiones de GEI, en especial CO₂. Sin embargo, el paso hacia las energías verdes conlleva un incremento relevante en la demanda de ciertos minerales –como el cobre y el litio– y, por ende, en los impactos socioambientales vinculados a la actividad minera.

Dado este escenario, lo que se desea conocer es en qué medida la dinámica ambiental y social generada por la minería necesaria para reducir las emisiones de GEI – a través de la ampliación de la oferta de las energías renovables– destruye las condiciones de producción que son la base de la acumulación de capital. Tal es la pregunta que guía este trabajo, y la cual pretende contribuir al despeje de la interrogante más general respecto a la medida en que el cambio climático constituye un límite o una oportunidad para el paso desde el capitalismo industrial hacia el capitalismo sostenible o posfósil. En virtud de estos cuestionamientos, en el siguiente capítulo, se abordan los vínculos entre el cambio climático, la transición hacia las energías renovables y la minería, centrándonos en aspectos como el incremento de la demanda de ciertos minerales y el rol que América del Sur desempeñaría en la provisión de dichas materias primas.

Capítulo segundo

Cambio climático, energías renovables y minería

Los pueblos viven en la *Pachamama*, despiertan, duermen y cohabitan con ella, es su albergue y espacio de convivencia [...] A los pueblos andinos no les gusta que la *Pachamama* sea maltratada, pues es considerada como una madre, y el maltrato constante de las mineras significa un dolor compartido. De ahí la raíz y la razón de luchar y vivir por ella. (Muñoz 2021, 32-33)

Introducción

El cambio climático, suscitado por el exceso de GEI en la atmósfera, es observado como uno de los problemas ambientales más desafiantes para el mundo contemporáneo. Crucial para la Revolución Industrial, el uso intensivo y extensivo de combustibles fósiles para alimentar la producción capitalista es señalado como una de las principales causas de este fenómeno. Esto quiere decir que el desarrollo capitalista que conocemos está cimentado y sostenido en la energía que proporciona el petróleo, el carbón y el gas natural, materias primas que, a su vez, implican la emisión de GEI hacia la atmósfera. Esta relación entre capitalismo y cambio climático, aparentemente, podría suponer un riesgo para la continuidad del primero, ya que, para combatir los impactos del cambio en el clima se deben reducir las emisiones de GEI, es decir, reducir el uso de combustibles fósiles.

Para reducir el uso de combustibles fósiles como fuentes de energía, una de las medidas más respaldadas es la transición hacia las energías renovables. Si bien estas tecnologías ya se encontraban en estudio desde mediados del siglo XX, entre otras razones, debido a un posible agotamiento del petróleo, desde inicios del siglo XXI adquieren un nuevo impulso dado su carácter de energías limpias, esto es, de energías bajas en producción de GEI –especialmente CO₂–. Pasadas dos décadas, la importancia de estas energías es aún mayor, considerando que para cumplir el objetivo climático del Acuerdo de París –mantener el aumento de la temperatura bajo los 2°C respecto a su nivel preindustrial, en el presente siglo– la participación de la potencia renovable dentro del sector eléctrico global deberá ser del 90% en 2050 (IEA 2021a, 19). Dicho de otro modo, la energía solar, eólica y geotérmica, por citar algunas, ya no son una alternativa, sino el camino viable para reemplazar la energía que proporcionan los combustibles fósiles.

Así, la urgencia climática ha servido para justificar el apoyo económico y político a las energías renovables, sector en el que se quintuplicaron las inversiones entre 2004 y 2014, y que cuenta con políticas de fomento en al menos 138 países a nivel global (McCarthy 2015, 2493). En otras palabras, la descarbonización del sistema energético ha justificado la creación (o ampliación) de mercados de bienes y servicios, con el respaldo de los Estados. Ante este escenario, y retomando las críticas a James O'Connor señaladas en el capítulo anterior, surge la posibilidad de que el cambio climático no sea tanto un límite a la acumulación de capital, sino una oportunidad para que éste se renueve en razón de la dificultad para seguir operando mediante energía fósil. Mas, para identificar en qué medida el cambio climático podría ser una barrera o una oportunidad para la continuidad del capitalismo, los análisis deben ser realizados a partir de valores de uso específicos, es decir, de actividades puntuales relacionadas a las energías renovables, en nuestro caso.

En este sentido, la actividad en la que se centra esta investigación es la minería asociada al desarrollo de las energías limpias. De acuerdo a la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), un escenario coherente con la meta climática de París implicará un crecimiento significativo de la participación de las energías renovables en la demanda total de ciertos minerales hasta 2040: 40% para el cobre y las tierras raras, 60-70% para el níquel y el cobalto, y casi 90% para el litio (IEA 2021b, 5). En virtud de ello, los minerales mencionados, entre otros, han sido calificados como *minerales críticos*, es decir, elementos que son esenciales para el despliegue de las energías renovables pero que podrían ser escasos en términos geológicos. Mas, distinto de su disponibilidad física, la explotación de estas materias primas supone incidencias ambientales y sociales que también podrían afectar a su oferta, lo que a su vez podría obstaculizar el avance requerido de las energías limpias. Esto podría implicar el no cumplimiento en la reducción proyectada de emisiones de GEI, lo que, finalmente, podría significar que el capital está siendo limitado por su propia dinámica de acumulación.

Pensando en un escenario de este tipo, lo que específicamente se quiere conocer es en qué medida las afectaciones ambientales y sociales generadas por las actividades extractivas asociadas a la expansión de las energías renovables llegan a ser una expresión de la segunda contradicción del capitalismo. Para dar una respuesta, se aterriza esta pregunta en la región de América del Sur, cuyos países se encuentran entre los principales productores (y poseedores de reservas) de cobre y litio a nivel global. En efecto, en 2020, Chile fue el primer productor mundial de cobre y Perú el segundo, habiendo aportado el 28,5% y el 10,6% de la oferta total, respectivamente (USGS 2021, 53). El mismo año,

Chile fue el segundo productor mundial de litio y Argentina el cuarto, habiendo producido el 22% y el 7,6% de la oferta total, respectivamente (USGS 2021, 99). Estos dos minerales son de especial interés debido a que el cobre es un elemento básico en todas las tecnologías bajas en carbono, y el litio es un elemento ampliamente usado en las baterías de alta eficiencia de los autos eléctricos. Pero además de su rol como *proveedora* de minerales, en América del Sur también resultan relevantes las diferentes posturas que la sociedad ha tomado frente a los impactos ambientales y sociales de la minería.

Estos son los temas que se abordan en las cuatro secciones que forman este capítulo. La primera sección está dedicada a trazar los vínculos entre capitalismo, cambio climático, energías renovables y minería, esto con el fin de presentar la problemática general que se quiere evaluar mediante la teoría de la segunda contradicción del capitalismo. En la segunda sección se expone el panorama de la producción minera que sería necesaria para descarbonizar el sistema energético a tenor de los objetivos del Acuerdo de París, así como los factores que configurarían dicha oferta. Principalmente, este acápite se basa en el reporte *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, publicado en 2021 por la IEA, mismo que centra su evaluación en cinco minerales –cobalto, cobre, litio, níquel y tierras raras– y en ocho sectores de las energías limpias –solar, eólico, hidráulico, geotérmico, nuclear, bioenergía, redes eléctricas y electromovilidad–. En la tercera sección se discute el potencial minero de América del Sur en el tránsito hacia las energías renovables, tomando en cuenta la información proporcionada en el *Mineral commodity summaries 2021*, elaborado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) y el reporte *Perspectiva del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe 2018*, elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. En la cuarta sección, para finalizar, se plantean las conclusiones generales del capítulo.

1. La transición hacia las energías renovables como respuesta al cambio climático

A partir de la década de 1980, las investigaciones sobre los orígenes e impactos del cambio climático empezaron a consolidar el entendimiento de este fenómeno desde el campo de las ciencias naturales, hasta llegar a posicionarlo como “el problema ambiental más urgente de nuestro tiempo” (Crist 2007, 29-32). La evidencia científica que sustenta este fenómeno es recopilada periódicamente –cada 6 o 7 años– por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y puede ser resumida en dos puntos: i) el calentamiento global es una de las

manifestaciones más notorias del cambio climático,⁴ y ii) el cambio climático tiene como principal origen el incremento de las emisiones antrópicas de GEI, muy en particular de CO₂. Esta definición se completa con los criterios que orientan el diseño de las respuestas ante los cambios del clima: iii) la economía y el cuidado ambiental deben ser conciliados –es decir, se combate al cambio climático en armonía con el capitalismo–, y iv) se prioriza la tecnología como el medio principal para frenar la acumulación de GEI en la atmósfera.

Está demostrado que con el advenimiento de la Revolución Industrial (entre los siglos XVIII y XIX), el nivel de GEI acumulado en la atmósfera empezó a crecer a una velocidad nunca antes observada (Baer 2012, 395). Iniciando en las fábricas textiles inglesas, el establecimiento de las máquinas como el centro de las fuerzas productivas capitalistas demandó del uso, cada vez más intensivo, de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) en la manufactura industrial (Baer 2012, 395; Huber 2008, 109). Esto en razón de la “espectacular productividad” proporcionada por estos combustibles, resultado de su capacidad de movilidad geográfica –que permite la concentración de la producción en espacios urbanos centrales– y de su alta “densidad de energía” –que refiere a la cantidad de energía acumulada en una materia por unidad de volumen– (Huber 2008, 110-111). La mecanización, que se extendió rápidamente a otros sectores productivos y territorios, ha devenido en una dependencia del sistema capitalista hacia los combustibles fósiles, la cual sigue vigente (y con mayor intensidad) en la actualidad. De este modo, el uso de los combustibles fósiles como fuente de energía constituye una de las principales causas del exceso de emisiones de CO₂ en la atmósfera (Baer 2012, 402).

Ante este escenario, la transición global hacia las energías renovables es promocionada como una solución, ya que éstas son vistas como fuentes minimizadoras de emisiones de CO₂, es decir, fuentes que contribuyen a la mitigación del cambio climático. No obstante, la transformación del “actual paradigma energético” es uno de los “mayores desafíos” que enfrenta la sociedad contemporánea (Fornillo 2018, 181). De acuerdo a McCarthy (2015, 2491), en términos técnicos, es completamente posible un desplazamiento global hacia las energías renovables: existe suficiente energía en las

⁴ Aún al ser una de las manifestaciones del cambio climático más notorias y mejor caracterizadas, el calentamiento global no agota la descripción de este fenómeno, ya que el mismo involucra otras variables importantes como la precipitación, el viento, la humedad, la extensión del hielo en el mar, etc. En efecto, el aumento de temperatura causado por el forzamiento radiativo asociado a los GEI de origen antropogénico implica una serie de ajustes en el sistema climático que se traducen en unos cambios significativos en la variabilidad de estos otros parámetros. Sin embargo, la variabilidad del sistema climático en su conjunto es determinada por mecanismos complejos de retroalimentación entre las variables que lo conforman, de tal modo que es difícil establecer relaciones causales unívocas entre las variaciones de éstas.

fuentes solar, eólica, hídrica y geotérmica para abastecer el consumo energético mundial actual (e incluso futuro), siendo posible aprovechar dicha energía a costos iguales o no mucho mayores que los precios actuales de la energía procedente de los combustibles fósiles. Incluso, los desafíos tecnológicos relacionados al almacenamiento y transmisión de energía podrían ser solventados, según los expertos, a través de *smart grids* (redes inteligentes de distribución eléctrica que permiten transmitir electricidad en ambos sentidos) y diseños de almacenamiento a gran escala (McCarthy 2015, 2491).⁵

Estas características, entre otras, han hecho de las energías renovables una opción atractiva desde el punto de vista del capital, ya que esta transición implica la generación de nuevas necesidades que serán satisfechas a través de nuevos mercados de bienes y servicios. A raíz de esto, la producción y el consumo de energías limpias han crecido rápidamente desde inicios del siglo XXI, quintuplicándose las inversiones en energía y combustibles renovables desde 2004 (\$40 – 60 billones) hasta 2014 (\$214 – 310 billones) (McCarthy 2015, 2493). El mayor porcentaje de estas nuevas inversiones está concentrado en los campos de las energías solar y eólica, cuyo despliegue ha sido activamente respaldado por un gran número de Estados (al menos 138 países cuentan con políticas que apoyan la transición hacia las energías renovables), agencias internacionales de financiamiento (como el Banco Mundial) y corporaciones (McCarthy 2015, 2493). Esta trayectoria, incluso, ganó impulso durante 2020 a pesar de las grandes perturbaciones sociales y económicas causadas por la pandemia de la COVID-19 (IEA 2021b, 20).

Este respaldo económico y político, en consecuencia, se reflejará en las tasas de crecimiento de las energías limpias en las próximas décadas. Así lo confirman las proyecciones elaboradas por Grandell et al. (2016, 58): si en 2010 la energía solar y eólica eran fuentes menores en la producción eléctrica –sumando ambas solo el 2% de la electricidad a nivel mundial–, en 2050 la energía eólica crecerá 24 veces y la solar 86 veces en términos absolutos. De este modo, en 30 años, estas fuentes representarán el

⁵ Existen publicaciones como el libro *Petrocalipsis: crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar* del investigador y catedrático español Antonio Turiel Martínez (2020), en las que se explica por qué una transición global hacia las energías renovables no es, en primer lugar, viable en términos técnicos y económicos y, en segundo lugar, una solución real al cambio climático. Sin embargo, más allá de la pertinencia de estos argumentos, el discurso de una solución tecnológica al cambio climático ya se ha instalado en los organismos nacionales e internacionales que diseñan e implementan las políticas públicas desde las que se pretende enfrentar a este fenómeno. Muestra de esto es que, hasta 2021, el 84% de las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC, por sus siglas en inglés), a nivel mundial, incluyeron a la generación de energía renovable como una acción concreta de mitigación al cambio climático (CMNUCC 2021, 40). A esto se suma que, hasta 2015, 173 países ya habían fijado metas de transición hacia las energías limpias a nivel nacional o subnacional, aunque esta información no estuviera reflejada en sus NDC (GIZ 2017, 5).

17% y el 6% de la producción global de electricidad, respectivamente. Sin embargo, la evaluación del potencial técnico, económico y político de las energías renovables olvida los aspectos sociales y ambientales implícitos en las fases anteriores a la producción de la *energía limpia*, más allá de las emisiones de CO₂. En este sentido, una transición global hacia fuentes renovables (y aún una parcial) demandaría de cantidades sustanciales de materiales, área y trabajadores dada la necesidad de construir un complejo de producción de energía casi totalmente nuevo a nivel mundial: nuevas instalaciones de producción en nuevos sitios, nueva infraestructura de transmisión y nuevas tecnologías de consumo (McCarthy 2015, 2492). Satisfacer la demanda energética actual a partir de fuentes limpias, asimismo, requeriría la industrialización de extensas áreas, como parques eólicos de varias hectáreas con pesadas turbinas en tierra y en alta mar, junto a densos arreglos de paneles solares que cubrirían vastas extensiones de desiertos (McCarthy 2015, 2492).

En otras palabras, si bien esta trayectoria energética es aún incipiente, es posible que la misma provoque “enormes daños a la sociedad y el ambiente” en formas que no están siendo observadas (Mendoza y Pérez 2010, 111). Al justificarse en una deseable reducción de las emisiones de CO₂, por ejemplo, el despliegue de las energías renovables no ha reparado en el fomento de las actividades extractivas mineras –convencionales y no convencionales– y los impactos que éstas conllevan.⁶ Al respecto, y considerando la meta del Acuerdo de París –estabilizar la temperatura por debajo de los 2°C de aumento global–, la IEA ha proyectado que la participación de las energías limpias en la demanda total de algunos minerales crecerá notablemente hasta 2040: 40% para el cobre y las tierras raras, 60-70% para el níquel y el cobalto, y casi 90% para el litio (IEA 2021b, 5). Afirmaciones similares sobre la influencia de las energías verdes en el crecimiento de la demanda de ciertos minerales pueden ser encontradas en el informe *Cambios en la demanda de minerales: Análisis de los mercados del cobre y el litio, y sus implicaciones para los países de la región andina* publicado por la CEPAL (2021); el estudio *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition* presentado por el Banco Mundial (2020); y las publicaciones académicas: *Transición a energías renovables y demanda de minerales* elaborada por Capellán-Pérez y de Castro (2019), *Global metal flows in the renewable energy transition: Exploring the effects of*

⁶ En el contexto de las energías renovables, otra actividad que podría impactar negativamente a la sociedad y al ambiente es la extracción de madera de balsa para la fabricación de las aspas de las turbinas eólicas. Actualmente, Ecuador cubre el 75% de la demanda mundial de este recurso, el cual es encontrado en las regiones costa y amazónica. En esta segunda región, los bosques de balsa ocupan territorios de los indígenas shuar y achuar, quienes ya han hecho público su malestar por esta actividad (Villavicencio 2022).

substitutes, technological mix and development elaborada por Månberger y Stenqvist (2018), y *Minerals and the Metals for the Energy Transition: Exploring the conflict implications for mineral-rich, fragile states* elaborada por Church y Crawford (2020).

Tomando como ejemplo el caso del litio (elemento central en el nivel de eficiencia de las células de energía), en el salar de Uyuni (Bolivia), la obtención de 300 a 400 kilos de este metal requiere de 20.000 a 30.000 litros de agua dulce, con una tasa de reutilización del agua del 30 al 40% (Fornillo 2018, 196). Esto significa un consumo anual aproximado de 900 a 2.450 millones de litros de agua dulce (dependiendo del parámetro de eficiencia), en una zona árida donde la economía local se sustenta principalmente en la agricultura (Fornillo 2018, 196). De hecho, para las poblaciones asentadas en este salar, la poca agua disponible para pastoreo es uno de los “primeros avisos” de una escasez que podría ser atribuida a las actividades mineras (Fornillo 2018, 196). Este contexto plantea retos significativos para el gobierno boliviano, como el de reducir al mínimo los impactos ecológicos de la extracción de litio e incluir a las comunidades locales como uno de los beneficiarios centrales de los proyectos litíferos (Fornillo 2018, 196).

Resumiendo, la dependencia del capitalismo industrial hacia los combustibles fósiles llega a ser una de las principales causas de la acumulación excesiva de GEI en la atmósfera, es decir, una de las principales causas del cambio climático. A raíz del cambio climático, y la urgente atención que éste demanda, las energías renovables adquieren un nuevo impulso al ser observadas como tecnologías bajas en emisiones de GEI (en especial CO₂). Este impulso es sostenido por la factibilidad técnica, económica y política que supone la transición hacia las energías verdes; sin embargo, en estas evaluaciones, los aspectos sociales y ambientales (no asociados a las emisiones de GEI) han sido ignorados. En virtud de ello, y conociendo que la expansión de las energías limpias intensificará significativamente la producción de varios minerales como el cobre y el litio, los impactos y conflictos socioambientales que pudieran surgir por el incremento de dichas actividades mineras requieren ser estudiados como factores claves en este proceso de transición.

Al conocer los impactos y conflictos socioambientales que se desprenden de las actividades mineras asociadas a la transición hacia las energías renovables (Watari et al. 2019; Watari et al. 2020), proceso que, a su vez, es motivado por el cambio climático, podemos analizar un aspecto particular del problema del clima como una expresión de la segunda contradicción del capitalismo (teoría planteada por James O’Connor y estudiada en el capítulo anterior). En otros términos, y como ya fuera señalado, lo que se desea conocer es en qué medida la dinámica socioambiental generada por la minería necesaria

para reducir las emisiones de GEI –a través de la expansión de las energías renovables– destruye las condiciones de producción (es decir, llega a ser un obstáculo) que sostienen al sistema capitalista. Esta es la pregunta que guía el presente estudio, y cuya respuesta pretende ser un aporte para elucidar la interrogante más general sobre la medida en que el cambio climático puede ser un límite o una oportunidad para la acumulación de capital.

En línea con este objetivo, en la siguiente sección se presenta un panorama general de la producción minera requerida para un paso hacia las energías limpias coherente con las metas climáticas de París. Como se mencionó, se ha tomado como base el reporte *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, publicado en 2021 por la IEA, cuya evaluación contempla a 32 minerales, concentrándose en el cobalto, el cobre, el litio, el níquel y las tierras raras (neodimio, disprosio, praseodimio, terbio, entre otros).⁷ En cuanto a las tecnologías consideradas, se incluyen la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, nuclear, bioenergía, redes eléctricas y electromovilidad. De acuerdo a este informe, los autos eléctricos (baterías incluidas) y la energía eólica liderarán el crecimiento en la demanda de minerales, esta última en razón del desarrollo de los parques eólicos en ultramar. Le sigue la energía solar, dado el creciente volumen de capacidad instalada cada año. Finalmente, se estima que el consumo de minerales de la biomasa y la energía hídrica sería mínimo con respecto a las otras energías verdes (IEA 2021b, 72).

2. La producción minera en la transición hacia las energías renovables

De acuerdo a la IEA (2021b, 5), un sistema de energía alimentado por tecnologías limpias difiere en gran medida de uno alimentado por hidrocarburos tradicionales. En general, la fabricación de vehículos eléctricos y el montaje de parques eólicos y solares fotovoltaicos demandan más minerales que sus pares basados en combustibles fósiles. Así, como se aprecia en la Figura 1, un carro eléctrico “requiere seis veces más minerales” que un carro convencional, y un parque eólico en tierra “nueve veces más minerales” que una planta de energía a gas (IEA 2021b, 5). En virtud de ello, desde 2010, conforme ha crecido la proporción de nuevas unidades de generación de energía renovable, la demanda media de minerales desde el sector energético se ha elevado en un 50% (IEA 2021b, 5).

⁷ Otros minerales tomados en cuenta son: arsénico, boro, cadmio, cromo, galio, germanio, grafito, hafnio, indio, iridio, plomo, magnesio, manganeso, molibdeno, niobio, platino, selenio, silicio, plata, tantalio, telurio, estaño, titanio, tungsteno, vanadio, zinc y circonio.

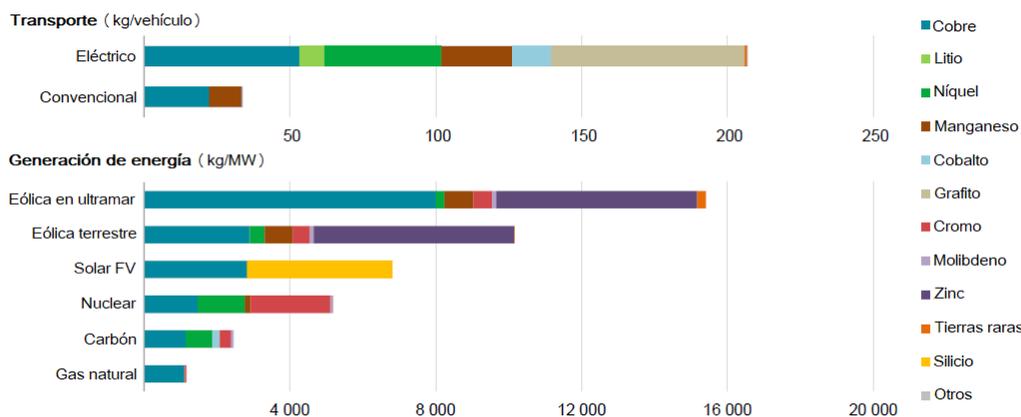


Figura 1. Demanda actual de minerales (kg) por tecnología de energía limpia (MW o unidad)
Fuente: (IEA 2021b, 6)

Los minerales requeridos varían dependiendo de la tecnología: i) en el desempeño y duración de las baterías son esenciales el litio, níquel, cobalto, manganeso y grafito; ii) en la fabricación de los imanes permanentes empleados por las turbinas eólicas y los motores de los autos eléctricos son claves las tierras raras; iii) en las redes eléctricas, y en general en todas las tecnologías asociadas a la electricidad, el cobre surge como el pilar de su expansión acompañado por el aluminio (IEA 2021b, 5).⁸ Hasta 2015, el sector de la energía representaba un pequeño porcentaje de la demanda total de estos minerales; sin embargo, conforme avanza el paso hacia las energías renovables, éstas se están convirtiendo en el motor de un fuerte incremento en la necesidad de estos (IEA 2021b, 5). La IEA llega a esta conclusión al analizar tres escenarios: i) el escenario base correspondiente a la situación en 2020; ii) el Escenario de las Políticas Actuales (*Stated Policies Scenario*, STEPS) que señala el horizonte del sistema energético basado en las políticas climáticas y energéticas actuales y anunciadas, las cuales, están lejos de cumplir los objetivos de sostenibilidad a nivel global; y, iii) el Escenario de Desarrollo Sustentable (*Sustainable Development Scenario*, SDS) que muestra la demanda de minerales ajustada a la meta del Acuerdo de París (IEA 2021b, 20). Los dos últimos escenarios están proyectados a 2030 y 2040, basándose el SDS en el cumplimiento –total y a tiempo– de las acciones planteadas para lograr emisiones netas cero hasta 2050 (IEA 2021b, 20).

Estos escenarios muestran que, para 2040, la demanda de minerales a partir de la expansión de las tecnologías de energía limpia se duplicaría bajo las condiciones del STEPS, y se cuadruplicaría bajo las condiciones del SDS, calculados estos incrementos respecto a la línea base de 2020 (IEA 2021b, 46). En ambos horizontes, los vehículos eléctricos (baterías incluidas) y las redes eléctricas surgen como los subsectores de mayor

⁸ Un resumen de los minerales usados por tecnología de energía limpia se detalla en el Anexo 1.

participación (IEA 2021b, 46). Con mayor detalle, la Figura 2 exhibe la participación de las tecnologías de energía verde en la demanda total de cinco minerales, así como los incrementos proyectados bajo los escenarios STEPS y SDS. Se nota que la demanda de litio es la que más crecería, pasando de cerca del 30% en 2020, al 75% y 90% en 2040 para los escenarios STEPS y SDS, respectivamente. Le sigue la demanda de cobalto, la cual pasaría del 15% en 2020, al 40% y 70% en 2040 para los respectivos escenarios. En tercer lugar, encontramos a la demanda de níquel, que aumentaría de cerca del 10% en 2020, al 30% y 60%, igualmente, para los respectivos escenarios.

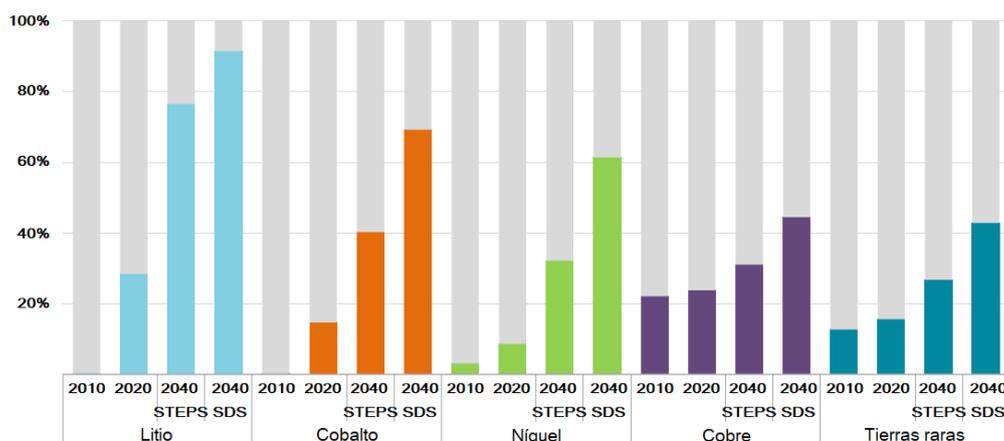


Figura 2. Participación de las tecnologías de energía verde en la demanda total de cinco minerales
Fuente: (IEA 2021b, 7)

No obstante, es preciso considerar que estas trayectorias de las demandas están sujetas al cambio tecnológico (IEA 2021b, 8). De este modo, suponiendo una evolución en la química de las baterías, la demanda de cobalto podría ser de seis a 30 veces mayor que los niveles actuales. Asimismo, la demanda de tierras raras podría ser de tres a siete veces mayor en 2040, dependiendo de la elección de las materias primas para las turbinas eólicas. A la innovación tecnológica se suman los cambios en las políticas climáticas y el rigor con que éstas sean impulsadas y aplicadas para lograr las metas trazadas en París (IEA 2021b, 8). Mas, el factor decisivo para satisfacer la demanda de cualquiera de los minerales requeridos para construir un sistema energético bajo en carbono es, sin lugar a dudas, su oferta. Desde la perspectiva de la segunda contradicción del capitalismo, esta oferta está configurada por las condiciones de producción, siendo dos asuntos relacionados a éstas los que nos interesan en esta investigación: i) la disponibilidad geológica de los minerales (oferta primaria) y el desarrollo de la industria del reciclaje (oferta secundaria); y, ii) los impactos ambientales y sociales de la producción minera. Estos son los temas que se abordan, con mayor detalle, en las siguientes subsecciones.

2.1. La disponibilidad geológica y el reciclaje de los minerales críticos

Un mineral es percibido como crítico cuando es crucial para las tecnologías de energía limpia, pero su oferta es escasa en términos geológicos (Grandell et al. 2016, 53). Al respecto, el análisis de los metales requeridos por las tecnologías limpias a 2030, elaborado en 2013 por el Centro Común de Investigación de la Unión Europea (JRC, por sus siglas en inglés), concluyó que ocho metales presentan una “críticidad alta” en cuanto a su oferta, mientras que otros seis exhiben una “críticidad media-alta”, tal como se indica en la Tabla 1 (Bazilian 2018, 3). Estos resultados se mantienen en la actualidad. Así lo confirma el análisis de la IEA: en los próximos años, se espera un superávit de minerales como el litio y el cobalto, mientras que el níquel (para baterías) y las tierras raras –como el neodimio y el disprosio– podrían ser escasos (IEA 2021b, 11). De modo contrario, para 2030, siguiendo una trayectoria consistente con las metas climáticas de París, se espera una suboferta de las minas existentes y los proyectos en construcción, los cuales podrían proveer solo el 50% de litio y cobalto y el 80% de cobre requerido (IEA 2021b, 11).

Tabla 1
Minerales críticos en el desarrollo de tecnologías bajas en carbono

Elemento	Criticidad	Tecnología asociada
Tierras Raras: disprosio, praseodimio, neodimio	Alta	Vehículos eléctricos, eólica
Tierras raras: europio, terbio, itrio	Alta	Iluminación
Galio	Alta	Iluminación, solar
Telurio	Alta	Solar
Grafito	Media-alta	Vehículos eléctricos, eólica
Renio	Media-alta	Combustibles fósiles
Hafnio	Media-alta	Nuclear
Germanio	Media-alta	Iluminación
Platino	Media-alta	Celdas de combustible
Indio	Media-alta	Solar, iluminación, nuclear

Fuente y Elaboración: (Bazilian 2018, 3)

Sin embargo, para Grandell et al. (2016), estos escenarios de criticidad podrían ser superados a través de procesos de reciclaje de metales, como los que actualmente se efectúan para el platino. El mismo camino se podría tomar para el indio, el telurio y el disprosio, siendo que una infraestructura de reciclaje para este último elemento sería más factible en razón de que su único mercado son los imanes permanentes. Asimismo, Grandell et al. (2016) apuntan al hecho de que los recursos minerales son mayores que las reservas conocidas y que, a su vez, la explotación de la totalidad de las reservas aún no ha sido planificada o diseñada. En otras palabras, existe un *stock* significativo de reservas y recursos minerales para descarbonizar el sistema energético global (McLellan

et al. 2016, 11). De este modo, la aparente suboferta de los minerales para las energías limpias más bien podría resultar en una oportunidad para la innovación tecnológica, la expansión de los proyectos mineros en marcha y la creación de nuevas explotaciones.

En síntesis, la oferta primaria de los minerales críticos para el desarrollo de las energías renovables puede presentar limitaciones a corto plazo, debido a que los proyectos actualmente ejecutados y planificados no podrían satisfacer el crecimiento de la demanda. No obstante, esta situación podría ser sorteada al mejorar/incrementar la infraestructura de producción, ya que existe la cantidad suficiente de recursos geológicos para el efecto. Además, esta oferta primaria sería complementada por una oferta secundaria proveniente de la industria del reciclaje, la cual se encuentra bastante desarrollada en el caso de algunos metales como el platino. Tal es el rol que juega el reciclaje, que permitiría a países cuyos recursos mineros son bastante escasos (como Japón), reducir su dependencia de las materias primas importadas desde otras naciones (como China).

2.1.1. El reciclaje como fuente secundaria de los minerales críticos

De acuerdo a McLellan et al. (2016, 11), el interés en la obtención de minerales a partir de fuentes secundarias –como al final de la vida útil de los productos o desde desechos industriales y mineros– ha crecido en los últimos años. Desde la perspectiva de los impactos de la minería, el reciclaje de metales presenta distintos beneficios vinculados al uso de la energía y las emisiones de GEI (McLellan et al. 2016, 11). Un buen ejemplo de esto es el del aluminio, cuyo reciclaje requiere aproximadamente el 5% de la energía que consume su producción primaria y, en algunas ocasiones, puede evitar la emisión de cerca de 10 t de CO₂-eq por tonelada de aluminio (McLellan et al. 2016, 11). Otras ventajas son la proximidad de las plantas de reciclaje a los centros urbanos y la reducción en los requerimientos de eliminación de desechos (McLellan et al. 2016, 11).

En el reciclaje de productos al final de su vida útil, la recolección física es la principal limitante (IEA 2021b, 177). Elementos como el aluminio, el hierro, el níquel, el oro y el plomo pueden ser reciclados con relativa facilidad, lo que incrementa su potencial de reciclaje continuo (IEA 2021b, 177; McLellan et al. 2016, 11). Al contrario, la recuperación de cobre y zinc es más desafiante debido a su dispersión y a su mezcla con otros materiales, sobre todo, en los productos electrónicos (McLellan et al. 2016, 11). De hecho, el reciclaje de estos dos metales puede requerir la separación física, química y metalúrgica de más de 50 materiales que concurren en la elaboración de un solo producto (IEA 2021b, 177). No obstante, el cobre reciclado muestra una tasa alta cuando proviene

de productos simples o de máquinas industriales más homogéneas y factibles de recolectar (IEA 2021b, 177). Por último, tenemos el caso de las tierras raras, cuyo reciclaje es cercano al 0% en razón de sus altos costos y del excesivo desarmado que requieren los imanes donde estos elementos son usados (Grandell et al. 2016, 58).

Para la recuperación mejorada de metales desde los desechos de la producción minera (extracción y procesamiento), varios estudios de laboratorio han demostrado el potencial de la biolixiviación para obtener cobre, cobalto, níquel y otros de los relaves de las minas en Alemania, España, Serbia, Irán, China y Uganda (IEA 2021b, 178). Asimismo, se considera que de las rocas de desecho de las minas de boro se podría extraer litio, y que los residuos de la producción de bauxita podrían ser un recurso para extraer tierras raras, titanio y vanadio (IEA 2021b, 178). Un caso particular es el de la mina de hierro de Kiruna en Suecia, cuyos relaves contienen cerca de 5.000 ppm de tierras raras (después del beneficio), por lo que ya se consideran como nuevos recursos minerales para la Unión Europea (IEA 2021b, 178). Lo mismo sucede con las rocas estériles de las minas de mineral de hierro que existieron en las Montañas Adirondack, Estados Unidos, las cuales podrían proporcionar recursos de tierras raras (IEA 2021b, 178).

Resumiendo, el reciclaje de metal al final de la vida útil de los productos podría llegar a ser una fuente significativa de oferta secundaria, que además requiere menos energía y emite menos GEI que las tecnologías de producción primaria. De igual modo, la obtención de metal desde los desechos de la minería podría ser un aporte importante a la oferta, que también reduce el riesgo de que sustancias peligrosas ingresen al ambiente (IEA 2021b, 178). No obstante, este tipo de recuperación enfrenta el manejo de elementos radioactivos –como el torio– asociado a la obtención de tierras raras (IEA 2021b, 177).

Desde la perspectiva de la segunda contradicción del capitalismo, observamos que la oferta física de los minerales requeridos para una transición hacia las energías verdes (compatible con los objetivos del Acuerdo de París) antes que una limitación podría suponer una oportunidad para la acumulación de capital. En el caso de las fuentes primarias, el crecimiento en la demanda provocaría la ampliación de los mercados mineros, ya que existirían suficientes reservas y recursos para descarbonizar el sistema energético global. En el caso de las fuentes secundarias, no solo se abre camino a la innovación tecnológica y a nuevos mercados, sino que evidenciamos que el capital es capaz de aprovechar sus propios desechos para sostener su proceso de acumulación. En otras palabras, ambas dinámicas contradecirían lo planteado desde la teoría de O'Connor.

Sin embargo, la minería no solo descansa en la cantidad de recursos minerales presentes en la naturaleza, sino que otros recursos naturales –como el agua– son también esenciales en este proceso productivo, es decir, son también condiciones de producción del sector minero. Al respecto, en el contexto del cambio climático, Watari et al. (2020) indican que la minería asociada a la expansión de las energías bajas en carbono puede afectar severamente a los ecosistemas locales de los países productores. A su vez, y de acuerdo a la IEA (2021b, 12), este perjuicio ya habría motivado la organización de las poblaciones locales y de otros grupos sociales, quienes demandan de las compañías mineras un ejercicio más “responsable o sustentable” de su negocio. Luego, estas dos últimas afirmaciones nos llevan a sostener nuestra pregunta de investigación, la cual busca conocer en qué medida las afectaciones ambientales y sociales generadas por las actividades extractivas asociadas al crecimiento de las energías renovables llegan a ser una expresión de la segunda contradicción del capitalismo.

Para dar una respuesta, en el siguiente capítulo analizamos un caso particular de cómo la minería que respalda la disminución de las emisiones de GEI está generando conflictos entre varios capitales individuales, y entre estos y la sociedad. Pero antes de este análisis, queremos presentar un panorama global (aunque incipiente) de los impactos actuales de la minería asociada a las energías limpias sobre las poblaciones y el ambiente.

2.2. Los impactos socioambientales asociados a la oferta de minerales críticos

Toda vez que conocemos que la disponibilidad física de los minerales no sería un inconveniente para la transición hacia las energías renovables (que siga la meta climática de París), es preciso observar los problemas ambientales y sociales que desde ya se desprenden de este tipo de minería. En relación a esto, Watari et al. (2020) han calculado un índice acumulado de 16 categorías de impactos ambientales producidos por la minería, en 15 países donde esta actividad productiva es importante para el área de las energías limpias.⁹ Los resultados muestran que, entre 2015 y 2060, las afectaciones al ambiente serían mayores en China, Australia y Sudáfrica, pero naciones latinoamericanas como México, Brasil, Perú y Chile también serían impactadas según lo indicado en la Figura 3.

⁹ Las categorías son: i) cambio climático, ii) potencial de agotamiento de la capa de ozono, iii) acidificación del suelo, iv) eutrofización del agua dulce, v) eutrofización marina, vi) toxicidad humana, vii) formación de oxidantes fotoquímicos, viii) formación de material particulado, ix) ecotoxicidad terrestre, x) ecotoxicidad del agua dulce, xi) ecotoxicidad marina, xii) radiación ionizante, xiii) ocupación de tierras agrícolas, xiv) ocupación de suelo urbano, xv) transformación de suelo natural, y xvi) agotamiento del agua.

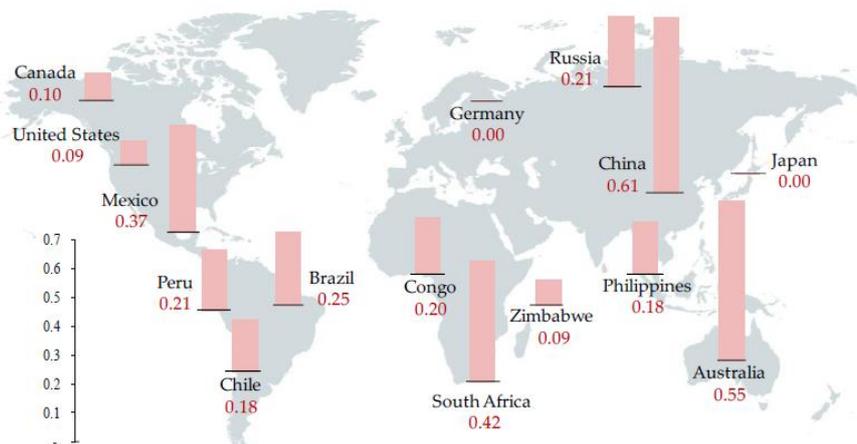


Figura 3. Impacto ambiental acumulado asociado a la minería entre 2015 y 2060
Fuente: (Watari et al. 2020, 195)

De modo más específico, y aunque es complejo vincular los impactos de la producción minera con los usos finales de los minerales, para ciertos elementos –como las tierras raras– es más sencillo trazar estos enlaces ya que son tecnologías de energía limpia particulares las que elevan su demanda, y además porque existen pocos sitios desde donde estas materias primas son extraídas (Watari et al. 2019, 99). Este es el caso de China, donde se produce cerca del 60% de las tierras raras del mundo (IEA 2021b, 12). En este país, las aguas residuales de las represas de relave han contaminado a las aguas subterráneas, lo que ha provocado malas cosechas y el desplazamiento de las comunidades agrícolas (Watari et al. 2019, 100). Además, su procesamiento (del que China concentra el 90%) ha generado daños en la salud humana debido al uso de grandes cantidades de químicos nocivos, así como vastos volúmenes de residuos sólidos, gases y aguas residuales (Watari et al. 2019, 100). Estos impactos, en la década pasada, fundamentaron la oposición ciudadana a la construcción de la Planta de Materiales Avanzados de Lynas Corp. en Kuantan, Malasia, en particular por la posible contaminación radioactiva y por el hecho de que sean países del Sur (donde la normativa ambiental es más laxa) los que tengan que enfrentar estos problemas (Ali 2014).

Para otros minerales como el cobalto, el níquel y el litio, Watari et al. (2019, 99-100) identifican que la creación de nuevas operaciones mineras y la expansión de las ya existentes obedece directamente al incremento en la demanda provocado por las energías verdes. Entre éstas, la minería de cobalto en la República Democrática del Congo ha contaminado fuertemente el aire, el agua y el suelo, impactando severamente a la salud de los mineros y de las poblaciones locales. El detrimento de la salud humana es aún mayor en las minas de pequeña escala y artesanales –de las que proviene entre el 15 y el 20% del cobalto congolés–, en las que además los mineros trabajan bajo el riesgo

constante de un deslizamiento de tierra. A esto se suma el extenso trabajo infantil: se estima que 40.000 niños menores a 15 años trabajan en las minas artesanales de cobalto. En cuanto al níquel extraído de minas de sulfuro (que es el más apropiado para la fabricación de las baterías de ion-litio), éste cuenta con un rastro de impactos ambientales en Canadá y Rusia que incluye la destrucción de lagos y humedales (Mudd 2010). De igual modo, y pese a ser considerada de bajo riesgo, la minería de litio despierta inquietud respecto a la escasez de agua en el “triángulo del litio” entre Argentina, Bolivia y Chile, y la inadecuada compensación a las comunidades locales (Watari et al. 2019, 100). Este último tema es parte de nuestro análisis en el siguiente capítulo.

Continuando, trazar nexos entre las energías bajas en carbono y la minería necesaria para su despliegue se dificulta para metales como el aluminio y el cobre, ya que estos forman parte de un amplio rango de aplicaciones y son obtenidos desde varios puntos del planeta (Watari et al. 2019, 99). No obstante, sabiendo que el cobre es uno de los metales esenciales para todas las tecnologías de energía verde, se debe mencionar que su producción causa una permanente contaminación del suelo y demanda un alto uso de agua, situaciones que ya se han presentado en Chile, China, India y Brasil (Watari et al. 2019, 100). Igualmente, en cuanto a la salud humana, las afectaciones incluyen tuberculosis pulmonar, como la observada en los trabajadores de las minas de cobre subterráneas en Zambia (Ngosa y Naidoo 2016), y la exposición al arsénico de los trabajadores de las fundiciones de cobre en China (Sun et al. 2015). Finalmente, para otros minerales como el indio, el galio, el selenio, el cadmio y el telurio –usados sobre todo en la construcción de paneles fotovoltaicos– es poco lo conocido acerca de los impactos ambientales y sociales, concretamente porque son a menudo minados como subproductos de otros minerales (Watari et al. 2019, 100).

Esta breve revisión de casos de extracción minera vinculada a las energías verdes evidencia los daños socioambientales (diferentes de la emisión de GEI) que estaría causando la necesidad de transitar desde el capitalismo industrial hacia un capitalismo posfósil. La explotación y el detrimento de las condiciones de producción se expresa en los eventos de contaminación del aire, agua y suelo, pero también en los impactos sobre la salud de los trabajadores y los modos de vida de las poblaciones locales. Luego, ante estos escenarios, la sociedad se ha organizado y ha formado movimientos sociales que tienen el potencial para modificar las prácticas mineras, tal como lo refleja el conflicto en torno a la Planta de Materiales Avanzados de Lynas Corp. en Malasia. Pero, conforme avanza el proceso de producción minera, la destrucción material de los recursos naturales

y la reacción de la sociedad podrían convertirse en un obstáculo al propio suministro de los minerales necesarios para un sistema energético bajo en carbono, es decir, podrían ser una expresión de la segunda contradicción del capitalismo.

En otras palabras, en el crecimiento de las energías verdes –impulsadas como una de las soluciones al cambio climático– se están ignorando serios problemas socioambientales que se manifestarían de forma más severa en países en desarrollo y con economías emergentes. En este sentido, es pertinente conocer el volumen de GEI que está generando la industria minera asociada a las energías limpias, ya que esta característica es parte de la justificación ambiental que sostiene el despliegue de estas tecnologías.

2.2.1. Emisiones de GEI de la minería asociada a las energías renovables

Al igual que la producción de combustibles fósiles, la producción de minerales también aporta a la acumulación de GEI en la atmósfera. Las emisiones de la minería están determinadas por el consumo eléctrico y el uso de combustibles en las diferentes etapas de obtención del mineral (IEA 2021b, 201). En cuanto a la electricidad, el proceso de refinamiento es especialmente electrointensivo, al igual que el de la conminución (reducción de tamaño de los materiales sólidos), mismo que consume hasta un 3% de la electricidad a nivel mundial (IEA 2021b, 201). En cuanto a los combustibles, estos son usados por los vehículos de carga y transporte del mineral, así como para generar calor en las diferentes fases de procesamiento (IEA 2021b, 201). Otras contribuciones incluyen el CO₂ ventilado desde los desechos de roca, y los GEI provenientes de la neutralización ácida y los desechos líquidos (por ejemplo, las piscinas de relave) (IEA 2021b, 201).

En la actualidad, como se muestra en la Figura 4, las emisiones de la producción de los minerales requeridos por las tecnologías de energía limpia son relativamente bajas, debido a los bajos volúmenes de demanda (IEA 2021b, 197). Por ejemplo, tomando como referencia el valor de 620 kgCO₂ por tonelada de concentrado de cobre (Norgate y Haque 2010, 270), las 5,8 millones de toneladas de cobre que fueron producidas en Chile durante 2018 (USGS 2019, 53) habrían provocado la emisión de 3,6 millones de toneladas de CO₂. Esto significa que dicha producción representó el 0,01% de las emisiones mundiales de CO₂ para tal año, las cuales fueron de 34 Gt de acuerdo al Banco Mundial (2021).

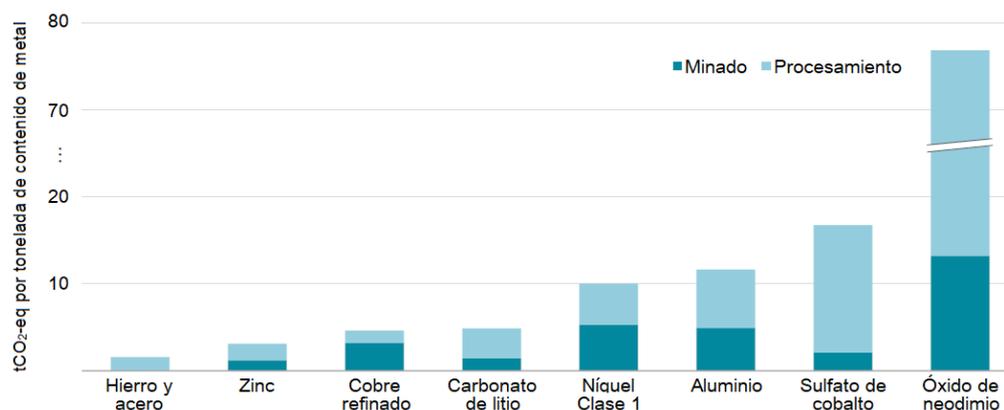


Figura 4. Promedio de emisiones de GEI causadas por la producción de varios minerales

Fuente: (IEA 2021b, 195)

Sin embargo, los minerales empleados por las energías limpias tienen una baja concentración metálica, lo que significa que requieren de más energía para ser producidos y para tratar sus desechos, lo cual eleva su nivel de emisiones respecto a la extracción de otros minerales (IEA 2021b, 197). Esta condición se intensifica con el deterioro de la calidad del mineral. Por ejemplo, la ley promedio de cobre en Chile declinó de 1,25% en 2001 a 0,65% en 2017, provocando que el consumo de combustible y electricidad por unidad de cobre minado aumentara en 130% y 32%, respectivamente (IEA 2021b, 197). Asimismo, se prevé que la producción futura de algunos minerales se incline hacia formas más intensivas en consumo de energía. Tal sería el caso del litio, el cual, al pasar de la obtención basada en salmuera (principalmente en Chile) a la producción de concentrado a base de rocas duras (principalmente en Australia), triplica la intensidad de sus emisiones (IEA 2021b, 197). Mas, todas estas circunstancias pueden verse compensadas por las tecnologías empleadas. Al respecto, producir cobre refinado y níquel usando 100% gas natural como combustible, disminuiría en un 10% las emisiones de GEI, mientras que emplear electricidad de fuentes renovables reduciría las emisiones de CO₂ en cerca de dos tercios (IEA 2021b, 201). Mayores reducciones se lograrían al electrificar el uso de combustibles, lo cual, sumado a la electricidad de fuentes verdes, tiene el potencial de disminuir la intensidad de las emisiones en cerca del 80% (IEA 2021b, 201).

Como vemos, en el presente, las energías renovables no implican una contribución significativa a las emisiones de GEI, ni durante su operación, ni en la producción minera necesaria para su despliegue. Incluso, pese a que descarbonizar el sistema energético implicará un fuerte incremento en la demanda de algunos minerales –lo que podría elevar las emisiones de este sector–, podemos suponer que parte de la potencia renovable generada servirá para alimentar las operaciones mineras futuras –lo que podría reducir

dichas emisiones—. De igual modo, el desarrollo que logre el reciclaje de metales también contribuiría a disminuir las emisiones de GEI de la minería, tal como fuera indicado (pág. 55). Considerando todo esto, en efecto, las energías limpias lucen como uno de las vías plausibles frente al cambio climático. Sin embargo, ¿es legítimo priorizar este fin frente a los otros impactos ambientales y sociales de la minería con fines verdes? Asimismo, ¿se toma en cuenta que estos impactos serán más severos en algunos países en desarrollo?

En conclusión, la transición global hacia las energías verdes —como respuesta al cambio climático— implicará un aumento significativo en la demanda de minerales en las próximas décadas. Los escenarios proyectados por la IEA indican que, durante el periodo 2020-2040, esta demanda se duplicaría con las políticas climáticas y energéticas actuales, y se cuadruplicaría con políticas ajustadas a los objetivos del Acuerdo de París. En ambos escenarios, pero en el segundo con mayor intensidad, la oferta a corto plazo de algunos minerales —como el cobre, el litio y las tierras raras— luce como crítica. Para estos casos, se deberían expandir las actuales operaciones de producción y construir nuevas, dado que existen los recursos minerales suficientes para sostener el crecimiento deseado de las energías limpias. A esta oferta primaria se suma el reciclaje de metales, industria que ha adquirido relevancia en los últimos años. Se evidencia, de este modo, que el paso hacia las energías verdes ampliará los mercados mineros actuales y creará nuevos, e incluso fomentará la obtención de metales desde los residuos de procesos previos. En este aspecto, podemos decir que el camino desde el capitalismo industrial hacia un capitalismo posfósil podría revitalizar la dinámica de acumulación en lugar de limitarla.

Sin embargo, seguir el imperativo de la reducción de emisiones de GEI invisibiliza impactos en recursos naturales distintos de los mineros —como el agua, el aire y el suelo— que también se desprenden del aumento en la demanda desde las energías verdes. Luego, es posible que el deterioro de estas otras condiciones de producción sí genere conflictos entre los capitales individuales y motive la organización de la sociedad en contra de las prácticas mineras, es decir, que en cierta medida sean una expresión de la segunda contradicción del capitalismo. Al respecto, además, hay que observar que los mayores productores de algunos de los minerales claves para el avance de las energías renovables son naciones en desarrollo como Chile y Perú —en el caso del cobre— y Chile y Argentina —en el caso del litio—. Estos países no solo podrían quedar como exportadores de materias primas, sino que serían seriamente afectados por la contaminación ambiental que genera la minería y por el uso exhaustivo de recursos como el agua dulce.

En este sentido, estudiar a América del Sur es oportuno, ya que de acuerdo a datos del USGS (2021), esta región es una productora importante de varios de los minerales implícitos en la transición hacia las energías limpias, así como la poseedora de una porción significativa de las reservas conocidas para dichos minerales. En estos aspectos, destacan Argentina por su producción y reservas de litio, Chile por las de cobre y litio, Perú por las de cobre y plata, y Brasil por las de mineral de hierro, bauxita y manganeso. Pero, al mismo tiempo, Sudamérica es un territorio que presenta una alta conflictividad asociada a la explotación minera. Así lo confirma el Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, OCMAL: de 289 casos publicados, 192 corresponden a conflictos mineros en América del Sur, en particular, en Argentina (28), Chile (49), Perú (46) y Brasil (26) (OCMAL 2021). En razón de estas características, en la siguiente sección se analiza el rol de los países sudamericanos en la provisión de las materias primas necesarias para la descarbonización del sistema energético global. Este contexto servirá como preámbulo para estudiar, en el siguiente y último capítulo, la producción del cobre y el litio en Chile como posible expresión de la segunda contradicción del capitalismo.

3. Minería en América del Sur frente a la transición hacia las energías renovables

Al igual que con los combustibles fósiles, a nivel global, América del Sur posee importantes reservas de minerales como el cobre, el litio, el hierro, el zinc y la plata, entre otros, recursos naturales no renovables que dan forma –desde los tiempos coloniales– a las economías del subcontinente (Palacios et al. 2018, 112). Dado este escenario, al estudiar el modo en que las energías verdes crean nuevos patrones en la demanda de ciertos minerales, se debe tener en cuenta las implicaciones para los países de la región, ya que en estos se encuentran las mayores reservas de varios de los *minerales críticos* (Bazilian 2018, 3). En efecto, y pese a que los datos son limitados para algunas áreas del planeta (particularmente para África), se reconoce que América del Sur es una región de “extraordinaria importancia” en la producción minera global (CEPAL 2018, 87), lo que le otorga un potencial para convertirse en una “región proveedora” de materias primas para la transición hacia las energías limpias (Banco Mundial 2017, 26). De acuerdo al Banco Mundial (2017, 26), Sudamérica muestra una “ventaja estratégica” respecto al cobre, el hierro, la plata, y el litio, y en menor proporción respecto al aluminio, el níquel, el manganeso y el zinc. Para estos minerales, países como Brasil, Chile, Argentina y Perú son los “mejor posicionados”, mientras que Bolivia también podría “beneficiarse” si logra transformar sus recursos de litio en reservas reconocidas (Banco Mundial 2017, 26).

Para iniciar, Brasil en 2020 produjo el 9,4% de bauxita, el 16,8% de mineral de hierro y el 6,5% de manganeso a nivel global (USGS 2021). En relación a las reservas mundiales, este país posee el 9% de las de bauxita, el 18% de las de mineral de hierro, el 21% de las de manganeso, el 17% de las de níquel y el 17,5% de las de tierras raras (USGS 2021). De estos datos se colige que, en relación a la transición hacia las energías limpias, Brasil podría ser un proveedor importante para las áreas de la energía eólica y la electromovilidad, debido a su producción y reservas de mineral de hierro –segundo a nivel global en ambas categorías– y a sus reservas de manganeso y níquel –segundas y terceras a nivel global, respectivamente– (USGS 2021). Igualmente, su papel podría ser relevante en el sector de las redes eléctricas, al ocupar el cuarto lugar en la producción y las reservas de bauxita (aluminio) a nivel global. Además de estos, es pertinente apuntar a las reservas brasileñas de tierras raras, las cuales se ubican en tercer lugar a nivel mundial, pese a que su explotación actual es marginal (0,42% de la oferta total).¹⁰ Una mayor producción de tierras raras en Brasil podría reducir la dependencia que estas materias primas generan hacia China, país que también domina en el procesamiento de estos minerales.¹¹

Continuando con Chile, en 2020, este país fue el primer productor mundial de cobre, habiendo aportado el 28,5% de la oferta total, y el de mayores reservas de este mineral, poseyendo el 23% de las mismas (USGS 2021, 53). En nuestro contexto de investigación, además del cobre, Chile también destaca por la minería de litio –segundo productor mundial con el 22% de la oferta y el 43,8% de las reservas– (USGS 2021, 99). Estos dos elementos posicionan a Chile como un proveedor esencial para el crecimiento de las tecnologías de energías verdes.¹² En cuanto al cobre, las autoridades chilenas lo observan como imprescindible para la construcción de la infraestructura de energías renovables que el mundo necesita para sustituir a los combustibles fósiles (Minería Chilena 2021). En cuanto al litio, desde 2016, la producción chilena ha despuntado dada la necesidad de asegurar la oferta de este mineral, en especial para los fabricantes de baterías para vehículos eléctricos (CEPAL 2018, 125). Mas, las minerías de cobre y litio en Chile concurren en una zona de alto estrés hídrico –como se observa en la Figura 5–, lo cual ha generado conflictos entre ambas industrias, y entre éstas con las comunidades

¹⁰ Un mayor detalle de las reservas conocidas y de los principales productores de mineral de hierro, bauxita, níquel, manganeso y tierras raras se encuentra en los Anexos 3, 6, 7, 8 y 10, respectivamente.

¹¹ En 2019, China concentró el 60% de la producción mundial de tierras raras y fue responsable por el refinamiento de cerca del 90% de estos elementos a nivel global (IEA 2021b, 12).

¹² Un mayor detalle de las reservas conocidas y de los principales productores de cobre y litio puede ser consultado en los Anexos 1 y 4, respectivamente.

locales (Lagos y Peters 2010, 5). Precisamente, este es el tema que se profundiza en el siguiente capítulo, desde la perspectiva de la segunda contradicción del capitalismo.

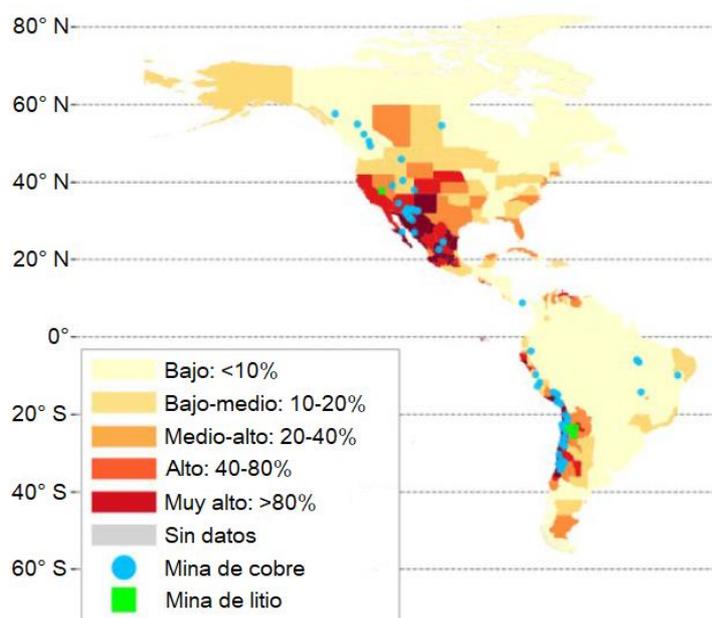


Figura 5. Localización de las minas de cobre y litio en América y niveles de estrés hídrico
Fuente: (IEA 2021b, 127)

Argentina, por otra parte, sobresale concretamente en los campos de la movilidad eléctrica y del almacenamiento de energía desde plantas renovables, ya que, al igual que Chile, su producción y reservas de litio son significativas a nivel global. En 2020, esta nación ocupó el cuarto lugar en el mundo en la producción de litio (7,6%) y el tercer lugar en cuanto a reservas (9%) (USGS 2021, 99). Si bien estas cifras son bastante menores a las de Chile (en especial para las reservas), la estimación actual de los recursos de litio argentinos equivale al de las reservas y recursos chilenos juntos (USGS 2021, 99).

En el caso de Perú, en 2020, este país fue el segundo productor mundial de cobre con un aporte de 10,6% a la oferta, así como el segundo en reservas al poseer el 11% de las mismas (USGS 2021, 53). En relación a la plata, este país también fue el segundo productor mundial –13,6% de la oferta–, contando con las mayores reservas globales de este mineral –18,2%– (USGS 2021, 151). Situación similar es la del zinc, recurso del que Perú produce el 10% a nivel global –tercer productor–, poseyendo el 8% de las reservas mundiales –quinto lugar– (USGS 2021, 191).¹³ En el escenario minero necesario para transitar hacia las energías verdes, estos recursos hacen que Perú destaque, ya que su cobre podría emplearse en el desarrollo de todas las tecnologías de energías limpias, su

¹³ Un mayor detalle de las reservas conocidas y de los principales productores de plata y zinc puede ser consultado en los Anexos 3 y 8, respectivamente.

zinc sería importante para la construcción de turbinas eólicas, y su plata sería esencial para las tecnologías de energía solar. Sin embargo, el incremento en la demanda de estas materias primas también debe ser analizado desde la óptica de los conflictos sociales, los cuales, en Perú, giran en torno a la contaminación y el uso del agua, y a los derechos de las poblaciones locales por la tenencia de la tierra (Glave y Kuramoto 2007, 160).

Por último, Bolivia cuenta con la mayor cantidad de recursos de litio a nivel mundial –21 millones de toneladas– (USGS 2021, 99), los que aún no son reconocidos como reservas al no ser parte de encadenamiento productivo alguno (Solón 2021). No obstante, el gobierno boliviano ya ha declarado a estos recursos como estratégicos para el desarrollo del país (Campanini 2021). De hecho, a diferencia de Argentina y Chile, Bolivia es el único Estado del “triángulo del litio” que tiene un plan integral para el desarrollo de sus salmueras, el cual avanza hasta la fabricación de baterías en escala piloto (aunque al momento solo se produzca y exporte concentrado mineral) (Campanini 2021).

Resumiendo, la Tabla 2 contiene los porcentajes de producción y reservas de los nueve metales analizados, en cuatro de los cinco países estudiados (se excluye Bolivia).

Tabla 2
Participación de cuatro países de América del Sur, a 2020, en la producción (prod) y reservas (resv) de nueve minerales asociados al desarrollo de las energías renovables

	Brasil		Chile		Argentina		Perú	
	Prod.	Resv.	Prod.	Resv.	Prod.	Resv.	Prod.	Resv.
Minerales Principales								
Cobre			28,5%	23%			10,6%	11%
Mineral de Hierro	16,8%	18%						
Plata							13,6%	18,2%
Litio			22%	43,8%	7,6%	9%		
Minerales Secundarios								
Bauxita (aluminio)	9,4%	9%						
Níquel	2,9%	17%						
Manganeso	6,5%	20,8%						
Zinc							10%	8%
Tierras Raras	0,42%	17,5%						

Fuente: (USGS 2021)

Elaboración: Propia

Estos datos confirman lo dicho por el Banco Mundial respecto a que América del Sur tiene el potencial para ser *proveedora* de materias primas en el proceso de crecimiento de las energías renovables. Sin embargo, asimilar este rol podría implicar que la región avance muy poco en la elaboración de productos con valor agregado (paneles solares o partes para turbinas eólicas, por ejemplo), es decir, “se profundizaría la especialización de la región como proveedora de materias primas mineras [...], al tiempo que perdería

peso en las etapas de mayor elaboración” (CEPAL 2018, 128). Esto ya es una tendencia creciente, ya que entre 1997 y 2017, las exportaciones de materias primas mineras desde América Latina casi se duplicaron, mientras que las de productos semielaborados y elaborados cayeron (CEPAL 2018, 94). En particular, la exportación de productos como el cobre semiprocesado y el hierro fundido y sus aleaciones trabajadas (alambres, cañerías, tuberías, entre otras) experimentó una marcada reducción (CEPAL 2018, 94).

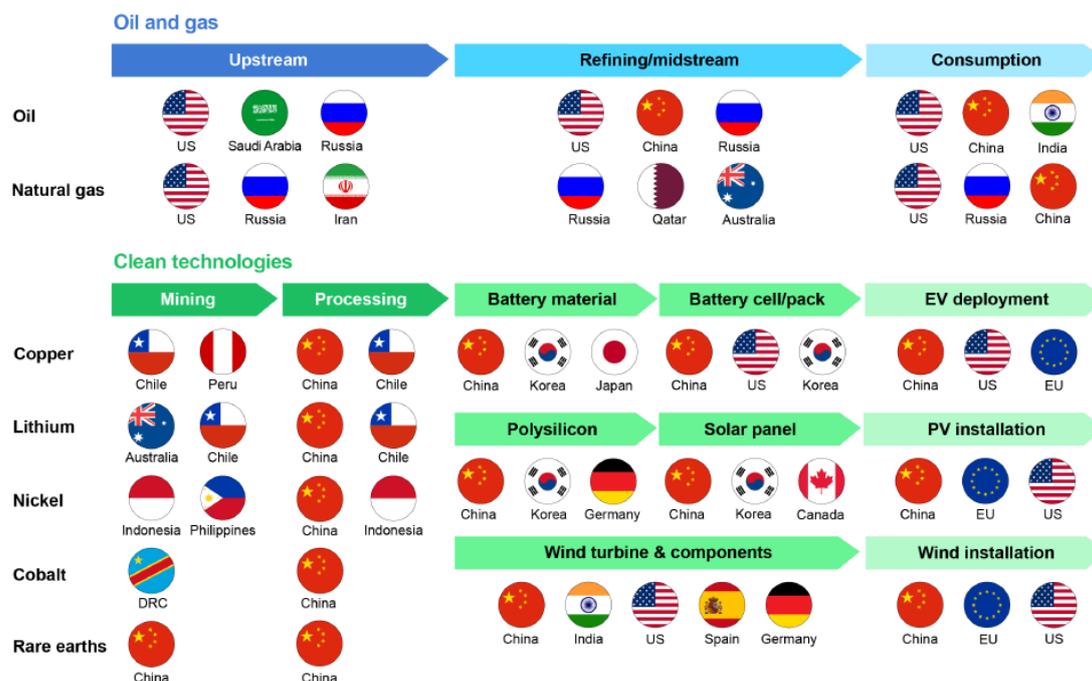


Figura 6. Cadena de suministro del petróleo, gas y algunas tecnologías de energía limpia
Fuente: (IEA 2021b, 29)

Esta información es coherente con la infografía ofrecida por la IEA – Figura 6, en la cual se indica la cadena de suministro de materiales para algunas tecnologías de energía limpia. Como se observa, únicamente Perú y Chile aparecen como proveedores de cobre en bruto, mientras que Chile también lo hace como proveedor de productos semiprocesados (cátodos y ánodos de cobre para refinado electrolítico, básicamente) (CEPAL 2018, 105). Más allá de esta fase, ningún país sudamericano (o latinoamericano) está posicionado como fabricante de baterías, paneles solares o componentes para turbinas eólicas, campo en el que sobresalen China, Corea y Estados Unidos. Asimismo, América del Sur tampoco surge como la región en donde las plantas de energía renovable están siendo instaladas, dominando esta área los países de la Unión Europea, Estados Unidos y China. Si bien estos territorios se encuentran entre los mayores generadores de emisiones de GEI, lo que justifica su mayor instalación de potencia renovable, América

del Sur (y América Latina en general) no puede seguir solamente cumpliendo el rol de productor de materias primas para el progreso tecnológico de las naciones desarrolladas.

Luego, sin negar sus aportes en términos de divisas e impuestos, la minería en América del Sur dirigida a construir un sistema energético bajo en carbono plantea algunos desafíos relacionados con el diseño de las políticas públicas, la acción gubernamental y la participación ciudadana. Entre estos podemos mencionar el de agregar valor a los productos mineros –y no ser solo exportadores de materias primas–, lograr mayores encadenamientos con proveedores locales de bienes y servicios, y reducir los impactos socioambientales que se desprenden de las actividades extractivas (CEPAL 2018, 87). Este último reto es de especial cuidado, ya que al aumentar la demanda de minerales indudablemente crecerá la presión sobre los territorios donde las operaciones mineras se asientan, así como sobre las poblaciones que los circundan. Esta presión se manifiesta a través de la contaminación del agua, aire y suelo; la competencia por el uso del agua entre capitales y comunidades; la “destrucción de hábitats y zonas protegidas”; la “superposición de zonas mineras y de áreas de importancia para la biodiversidad”; la generación de pasivos ambientales; y, las actividades de alto riesgo para los trabajadores, mismas que son mayores en minas informales e ilegales (Bárcena 2018, 32).

4. Conclusiones

La dependencia del capitalismo industrial hacia los combustibles fósiles ha contribuido a la acumulación excesiva de GEI en la atmósfera. Sumada a otras fuentes, esta acumulación ha generado la dinámica que conocemos como cambio climático. En las últimas décadas, los impactos provocados por el cambio climático lo han posicionado como el problema ambiental de más urgente atención. El imperativo de la lucha contra este fenómeno es la reducción de las emisiones de GEI, especialmente de CO₂, lo que implica una disminución drástica en el uso de combustibles fósiles. Tal condicionamiento ha servido para justificar el fuerte apoyo –económico y político– que han recibido las energías renovables en el presente siglo. Vistas como energías bajas en carbono, se espera que en 2050 un sistema energético global alimentado desde fuentes solares, eólicas, geotérmicas, hidráulicas, entre otras, acompañadas de un parque automotor eléctrico, reemplace al actual sistema energético sostenido por hidrocarburos fósiles.

En términos técnicos, políticos y económicos tal despliegue es posible. No obstante, el crecimiento proyectado de las energías limpias elevará significativamente la demanda de algunas materias primas esenciales para la elaboración de los diferentes

equipos (paneles solares, turbinas eólicas, etc.), y para la construcción de la nueva infraestructura eléctrica y de almacenamiento de energía que será necesaria. Entre estas materias primas nos interesan los minerales, cuyas reservas y recursos actuales a nivel global serían suficientes para respaldar un proceso de descarbonización del sistema energético, coherente con los objetivos de lucha en contra del cambio climático. Pero además de la disponibilidad geológica, la minería también requiere de otros elementos de la naturaleza dentro de sus procesos productivos, tales como el agua. En el contexto de la presente investigación, ambos recursos naturales (geológicos e hídricos) pueden ser clasificados dentro de la categoría que James O'Connor denomina como *condiciones físicas de producción*. Estas condiciones físicas –junto a otras que pudieran ser identificadas– son las que configuran la explotación de minerales, en relación al entorno natural.

Recordando lo mencionado en el capítulo anterior, las condiciones físicas de producción son todos los materiales naturales que no son producidos como mercancías, pero que el capital si mercantiliza para su beneficio. Mas, al surgir fuera de los circuitos mercantiles, en cierto momento, la cantidad y calidad de estas condiciones naturales podrían no satisfacer las necesidades de los capitalistas. Pero esta falta de disponibilidad vendría dada por las propias actividades productivas, mismas que, obedeciendo el imperativo de la acumulación, destruyen progresivamente los recursos naturales que las sustentan. Para O'Connor, esta es la forma en la que el capital socava sus propias bases, teoría que en esta investigación la aplicamos a la minería que surge con fines verdes. En este sentido, Watari et al. (2019) han identificado una serie de impactos socioambientales vinculados al crecimiento minero que soporta la expansión de las energías renovables, en el contexto actual de lucha en contra del cambio climático.

Al respecto, los autores apuntan a una mayor contaminación del aire, agua y suelos; a la desaparición de fuentes de agua en zonas con alto estrés hídrico; y al detrimento de la salud de los trabajadores y su constante exposición a riesgos laborales. Los países en desarrollo y con economías en transición serían los más afectados por estos problemas. Esto en razón de que las economías del Sur, históricamente, se han basado en la explotación y la exportación de materias primas. En particular, América del Sur es una región cuyos yacimientos le han otorgado una gran relevancia en el mercado minero mundial, siendo que en el contexto de nuestro estudio destacan países como Chile, Perú, Argentina, Brasil y Bolivia por sus volúmenes de producción y reservas de cobre, litio, mineral de hierro y plata. Pero, al mismo tiempo, Sudamérica es conocida por su alto

nivel de conflictividad social vinculada a la actividad extractivista, disputas que en países como Perú y Chile giran en torno a la contaminación y el agotamiento del agua y a los derechos territoriales de los indígenas. De este modo, el crecimiento de la minería asociada a las energías limpias –que son presentadas como una de las salidas al cambio climático– no solo sugiere la posibilidad de la reprimarización de las economías de América del Sur, sino también el surgimiento y/o radicalización de los movimientos sociales que suelen acompañar al extractivismo minero.

Luego, desde la perspectiva de la segunda contradicción del capitalismo, estos problemas ambientales y sociales se podrían constituir en obstáculos para la continuidad de las propias actividades mineras. Por una parte, los perjuicios al ambiente *per se* podrían ser un impedimento para la acumulación de capital, por ejemplo, cuando en una zona la industria del cobre ha provocado el agotamiento de los recursos hídricos que ésta misma (y otros sectores productivos) necesita para seguir operando. Por otra parte, tomando el mismo ejemplo, ante la escasez de agua, las comunidades locales podrían organizarse y demandar de las compañías mineras un uso más responsable de este recurso, que no perjudique su bienestar personal ni a sus modos de vida. Precisamente, este proceso es el que se estaría desarrollando en el Salar de Atacama, en Chile, a raíz del uso del agua dulce y la salmuera por parte de las industrias del cobre y del litio. Éste es el caso que se estudia en el siguiente capítulo y a través del cual buscamos dar una respuesta a nuestra pregunta de investigación: ¿en qué medida las afectaciones ambientales y sociales generadas por las actividades extractivas asociadas a la expansión de las energías renovables llegan a ser una expresión de la segunda contradicción del capitalismo?

Capítulo tercero

La producción de cobre y litio en Chile, ¿expresión de la segunda contradicción del capitalismo?

Nos vinieron a decir que la solución eran estos autos eléctricos, la salvación del mundo y todo, pero en realidad no es la salvación. La salvación es la conciencia de cada ser humano, que sepa respetar este territorio como lo respetamos nosotros. Si todos tomáramos conciencia de respeto hacia la tierra, no tendríamos que decir que los autos eléctricos van a salvar el planeta. (Testimonio de un miembro del pueblo Colla en Chile citado en Boddenberg 2020)

Introducción

El capitalismo industrial, como lo vimos en el capítulo anterior, es el causante directo del excesivo incremento de las emisiones de GEI en la atmósfera. En otras palabras, es el causante de un cambio climático que, desde inicios del siglo XXI, es postulado como el problema ambiental de más urgente atención. Ante tal gravedad, se han suscrito varios acuerdos mundiales (como el Protocolo de Kioto), en los que los países se comprometen a realizar acciones para reducir sus emisiones de GEI, poniendo énfasis en el CO₂. Hasta la fecha, tales acuerdos no han alcanzado sus metas (sin que esto signifique que no hayan hecho una contribución a su fin), haciendo cada vez más imperioso apegarse a medidas que efectivicen una transición hacia una sociedad posfósil. Así lo propone el Acuerdo de París de 2015, a partir del cual, las energías renovables adquieren un nuevo impulso al ser observadas como tecnologías bajas en carbono o tecnologías limpias. Esto, al no depender de los combustibles tradicionales, sino del agua, el sol, el aire o de ciertas sustancias químicas como sus fuentes de alimentación. De acuerdo a la IEA, las energías solar y eólica junto a la electromovilidad son las que ya experimentan un mayor crecimiento, mismo que se mantendrá en las siguientes décadas debido a la reducción en sus costos y a la innovación tecnológica, entre otros factores.

Para sostener el despliegue de estas energías (y de todas las renovables en general) será preciso incrementar la oferta de ciertos minerales. Actualmente, algunas de estas materias primas son calificadas como críticas, no por ser escasas en términos geológicos, sino porque las explotaciones presentes no podrían satisfacer un crecimiento en la

demanda coherente con los objetivos climáticos de París. Esto implica que los proyectos mineros en funcionamiento deberán ampliar su capacidad de producción (si es que ya no lo han hecho) y que, al mismo tiempo, se empiecen a diseñar e implementar nuevas operaciones en los países que cuentan con reservas identificadas. En esta situación se encuentran el cobre y el litio, siendo Chile el país con las mayores reservas globales de ambos minerales, y su primer y segundo productor a nivel mundial, respectivamente.

De acuerdo al mapa minero de Chile, elaborado por la Sociedad Nacional de Minería en 2017, la producción de cobre se concentra en el norte del país, en las regiones de Antofagasta y Atacama. Antofagasta, específicamente, es la división administrativa que acoge a la mayor cantidad de operaciones cupríferas, así como a los dos únicos yacimientos desde los que se obtiene litio en Chile. En efecto, administrados actualmente por las transnacionales SQM y Albemarle, estos depósitos litíferos están asentados sobre el salar de Atacama (el mayor de los salares chilenos), ecosistema del que han extraído agua dulce y salmuera desde la década de 1980.¹⁴ Mientras que, ubicadas al suroeste de este salar, encontramos a dos mineras de cobre –Minera Escondida Limitada y Compañía Minera Zaldívar–, empresas que desde la década de 1990 también han empleado el agua fresca del salar para sus faenas. Conforme estas últimas compañías han avanzado en la producción de cobre, la cantidad de agua dulce en el salar ha ido disminuyendo. Esto en razón de que la pluviosidad media anual de este ambiente (< 45 mm) y sus bajas tasas de recarga hídrica natural no han sido suficientes para reponer los altos caudales que el Estado chileno ha autorizado –y sigue autorizando– a estas empresas mineras.

Este desbalance se complejiza debido a que la salmuera no es considerada como agua por la legislación chilena, por lo cual, su extracción y reservorios son omitidos de los estudios hidrológicos que sustentan el otorgamiento de derechos de obtención de agua desde el salar de Atacama. Luego, como resultado de este escenario, desde mediados de la década de 2000 surgen conflictos en torno al agua y la salmuera entre las cuatro operaciones mineras mencionadas, y entre éstas con las comunidades indígenas que habitan en el borde este del salar. En otras palabras, la minería de cobre y litio en el salar de Atacama (que empieza a respaldar la transición hacia las energías limpias) estaría originando disputas que obedecen al uso de dos de sus condiciones de producción: el agua dulce y la salmuera. Luego, observar esta dinámica desde la teoría ecomarxista de la segunda contradicción del capitalismo, nos lleva a pensar que la minería con fines verdes

¹⁴ La salmuera es agua con una concentración de sales superior al 5%. En Chile se extrae litio y potasio de la salmuera mediante el método evaporítico (Romeo 2019).

o sustentables podría generarse obstáculos a sí misma. De este modo, la minería que emerge para combatir los impactos del cambio climático podría crear limitaciones para el paso hacia un capitalismo posfósil.

¿Cuál es la medida de estas limitaciones? Esto es lo que se intenta responder en este capítulo, a través del análisis de las dos dimensiones de la teoría de O'Connor y del rol del Estado como regulador de las condiciones de producción. Para el efecto, en la primera sección, se presenta el panorama actual de la producción de cobre y litio en Chile frente al despliegue de las energías renovables. Como se verá, existe gran interés –tanto de actores nacionales como internacionales– de que Chile se posicione como uno de los principales proveedores de estas materias primas. En la segunda sección, se estudia la dimensión material de la segunda contradicción. Al respecto, en 2018, Minera Escondida y Minera Zaldívar presentaron informes ante las autoridades chilenas en los que se acusaban mutuamente de no realizar una gestión apropiada del agua en el salar. En virtud de ello, Escondida veía amenazado su proceso productivo por el accionar de Zaldívar, y viceversa. Esta tensión alcanzó a la industria litífera, temiendo Albemarle y SQM que los intereses corporativos del sector del cobre afecten su extracción de litio.

En la tercera sección, se examina la dimensión social de la segunda contradicción. En relación a este tema, desde 2007, surgió un movimiento que reunió a varias comunidades atacameñas del sureste del salar en contra de los proyectos de extracción de agua diseñados por Minera Escondida. Los argumentos ambientales e indígenas de esta organización, así como una fuerte movilización y divulgación de sus demandas, lograron cambiar las prácticas y políticas productivas de esta empresa. Además, esta acción del pueblo forjó las bases para que, ante la actual expansión de la industria del litio, las comunidades también reaccionen y alcancen otros niveles de articulación. En ambas dimensiones se muestra que el Estado chileno ha regulado las condiciones de producción (agua dulce y salmuera) en favor del capital, y aun los visos de regulación que atienden a los impactos socioambientales de la minería no han sido suficientes para mitigarlos. Finalmente, en la cuarta sección se presentan las conclusiones generales del capítulo.

1. Panorama de la producción de cobre y litio en el salar de Atacama frente a las energías renovables: ¿expresión de la segunda contradicción del capitalismo?

A inicios de 2021, el equipo de especialistas en materias primas de Goldman Sachs publicó un reporte en donde señalan que “el cobre es el nuevo petróleo” (Snowdon 2021). Esto significa que, en la actualidad, el cobre es el recurso estratégicamente más

importante en el mercado de las materias primas. ¿Por qué el cobre adquiere esta importancia? De acuerdo a Nick Snowdon, líder del mencionado equipo de especialistas, el cobre es el metal conductor más rentable, característica que lo convierte en una de las materias primas más críticas en el proceso de transición hacia las energías renovables, observadas éstas como uno de los medios para alcanzar las metas del Acuerdo de París y lograr las cero emisiones netas de carbono en 2050 (CEPAL 2020, 95; Snowdon 2021). En particular, se espera que la expansión de las energías eólica y solar dentro del sistema energético mundial dispare el crecimiento de la demanda de cobre, ya que el uso de este metal en dichas tecnologías es mucho más intensivo que en el caso de energías convencionales como la nuclear o la del carbón (CEPAL 2020, 96; Snowdon 2021).

Si bien en 2021 esta “demanda verde” contabiliza un millón de toneladas de cobre (representando solo el 4% de la demanda global), se espera que la misma despegue al cabo de los próximos dos o tres años (Snowdon 2021). De este modo, a mediados de la presente década, la “demanda verde” habrá crecido a cerca de 2.5 millones de toneladas de cobre por año (entre el 8% y el 9% de la demanda global), y al final de la década hasta 6 millones de toneladas (cerca del 20% de la demanda global) (Snowdon 2021). Sin embargo, al igual que el petróleo en los 2000, el sector de la oferta de cobre no estaría preparado para asumir el *boom* de la “demanda verde”, esto, aparentemente, al no existir inversiones en nuevos proyectos mineros (Snowdon 2021). En efecto, en los últimos 12 a 18 meses, Goldman Sachs no ha aprobado ningún proyecto de explotación de cobre a gran escala, lo cual implicaría grandes déficits y hasta escasez del metal, considerando que desarrollar una mina a partir de un reservorio ya conocido toma de cuatro a cinco años (Snowdon 2021). Esta falta de inversiones estaría relacionada con el hecho de que solo a partir de 2020, en general, las políticas y objetivos de descarbonización en Estados Unidos, Europa y China pasaron seriamente del papel a la práctica (Snowdon 2021).

¿Cómo enfrentar este escenario? Existiendo la “cantidad suficiente” de cobre en la naturaleza (es decir, no esperamos un posible agotamiento geológico del metal), lo que se requiere es aumentar la lista de proyectos de extracción alrededor del mundo (Snowdon 2021). Luego, dado que Chile posee el 23% de las reservas y produce alrededor del 30% de cobre a nivel global, en palabras de Juan Carlos Jobet –Biministro de Energía y Minería–, “sin el cobre chileno va a ser imposible que el mundo construya la capacidad de generación renovable que es necesaria para [...] reemplazar a los combustibles fósiles en distintos sectores de la economía” (Minería Chilena 2021). Es decir, el Estado chileno estaría dispuesto a aumentar su cartera de proyectos de obtención de cobre y a

mantener/ampliar las operaciones ya existentes. A esta afirmación, Jobet incluso agrega que “la minería está en el corazón de la solución al problema del cambio climático”, destacando que las inversiones de las compañías mineras presentes en Chile –en la última década– han tenido como objetivos migrar hacia fuentes de energía renovable en sus faenas, implementar sistemas de uso eficiente del agua dulce, e incluso sustituir el uso de agua dulce con agua de mar desalinizada (Minería Chilena 2021).

De las 16 regiones administrativas en que Chile se encuentra dividido, la II Región o Región de Antofagasta –ubicada en el norte chileno– sobresale por poseer gran parte de las reservas mundiales de cobre, molibdeno y actualmente litio, hecho que ha configurado su economía (Atlenza et al. 2015, 97). Todo empezó con el despliegue de la industria del salitre entre fines del siglo XIX y mediados del siglo XX y la “transformación socioambiental sin precedentes” que esto produjo en la zona (Romero Toledo 2019, 10). A partir de esta época, la “vocación productiva del territorio” quedó orientada hacia la extracción de minerales y la instalación de la infraestructura necesaria (campamentos, captación de agua, comunicaciones, etc.) para el desarrollo de esta actividad (Romero Toledo 2019, 11). Posteriormente, tras el fin del auge del salitre, el cobre en particular se constituyó en la principal riqueza de Antofagasta (Atlenza et al. 2015, 97), llevando a que en 1950, la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, estableciera a la minería como la actividad económica esencial del norte de Chile, derivándose de ella casi todas las otras actividades que se observan en la zona (CORFO 1950, XXII).

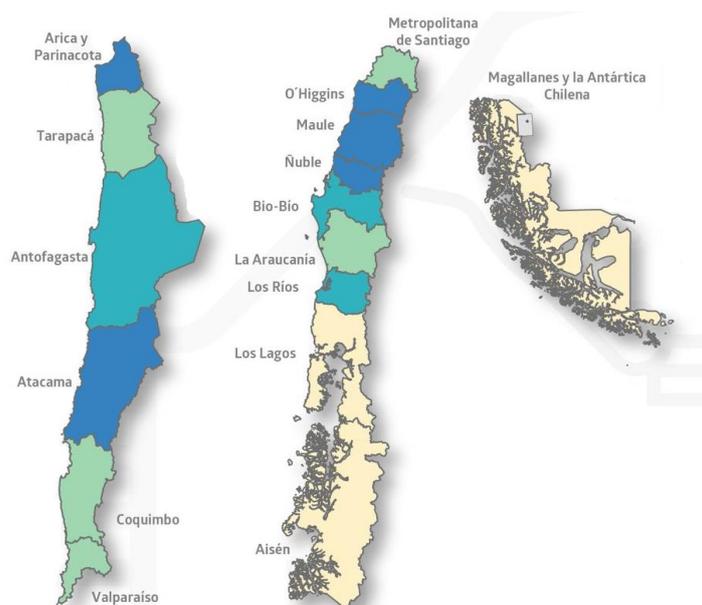


Figura 7. Regiones administrativas de Chile
Fuente: (INE 2020)

De acuerdo al mapa minero de Chile, actualizado a enero de 2017, la II Región acoge a la mayor cantidad de proyectos de extracción de cobre –28 de un total de 68–, mismos que están detallados en la Figura 8. Estas minas son administradas por empresas públicas como CODELCO, y también por multinacionales como BHP Billiton, Barrick Gold y Anglo American (Atlenza et al. 2015, 101). Junto al cobre, en Antofagasta también encontramos los dos únicos yacimientos de los que en la actualidad Chile extrae litio (Argento y Puente 2019, 180).¹⁵ Estas operaciones son propiedad de empresas privadas, pese a que el litio chileno, en teoría, es un recurso no concesionable.



Figura 8. Explotaciones mineras en la región de Antofagasta revisado a enero de 2017
Fuente: (Sociedad Nacional de Minería 2017)

Al igual que en sector del cobre, Chile está empezando a ser protagonista en el sector del litio, al contabilizar el 43,8% de las reservas a nivel mundial y produciendo, en 2020, el 22% de la oferta global (USGS 2021, 99). Esto en razón de que el litio es también un mineral estratégico para la descarbonización del sistema energético, destacando en este proceso por dos razones: i) es esencial para la fabricación de las baterías empleadas en los vehículos eléctricos, y ii) es igualmente básico para construir los acumuladores de energía que permiten a las plantas solares y eólicas trabajar de forma estable. De hecho, de acuerdo a reportes de la consultora *Benchmark Mineral Intelligence*, cerca del 88% del crecimiento de la demanda global de litio obedece al aumento en la demanda de

¹⁵ Chile planifica desarrollar nuevos proyectos de producción de litio en los salares de Maricunga y Pedernales a través de empresas privadas, aun cuando el propietario de los recursos es CODELCO.

vehículos eléctricos, el 7% se vincula al almacenamiento de energía, y el 8% se asocia a otros usos tecnológicos (Marchegiani 2021, 97). Estos datos nos plantean la idea de que el camino hacia una sociedad posfósil requiere de una producción ingente de litio.

Bajo estas condiciones, Chile ya ha incrementado sus exportaciones de cobre y litio a países como China, nación que requiere de estos metales para continuar y ampliar su producción de vehículos eléctricos y de otras tecnologías de energía limpia (CGTN Noticias 2018). Esto a partir de 2018, cuando el presidente del Senado chileno, Andrés Zaldívar, confirmara que el sector minero del país se vería fuertemente impulsado por la demanda de cobre y litio que tendría la industria automotriz china a corto plazo:

Ellos mismos [China] nos expresaron su interés por el litio y también porque vamos a tener que exportar más cobre. Un automóvil eléctrico requiere cuatro veces más cobre que un automóvil común, de benzina o petróleo. A su vez, el litio es fundamental para las baterías necesarias para poder hacer estos autos eléctricos [...] Tenemos consciencia de que tenemos un ámbito de acción muy importante [...] Para la economía chilena puede ser una muy importante participación (CGTN Noticias 2018).

En línea con esta declaración, ese mismo año, el principal grupo minero privado de Chile –Antofagasta Minerals– indicó que la electromovilidad es “el presente y el futuro de la compañía”, siendo China un mercado clave en este campo (CGTN Noticias 2018).

Todo este escenario evidencia la importancia que la minería chilena ya tiene en la transición hacia las energías renovables, motivada ésta por una necesaria reducción en las emisiones de GEI. No obstante, es preciso recordar que la producción de cobre y litio no solo depende de la existencia y disponibilidad física del mineral, sino que también le son vitales otras condiciones naturales, como los recursos hídricos. Precisamente, la cantidad de agua requerida por las mineras es un tema que genera controversia en la región de Antofagasta (y en general, en todo el norte de Chile), interesándonos en esta investigación la dinámica que ha surgido en torno a los acuíferos del sur del salar de Atacama. Estas aguas subterráneas son la mayor fuente del líquido utilizado en varios procesos industriales –principalmente minería–, ante la baja presencia de aguas superficiales en la zona (Babidge et al. 2019, 740). Mas, la extrema aridez que caracteriza a este ambiente – con una pluviosidad media anual inferior a los 45 mm– y sus bajas tasas de recarga hídrica natural –403 l/s de afluencia–, contrastan con los altos caudales que el Estado asigna a las empresas mineras para su operación –derechos de agua por 2.427 l/s en 2014– (Babidge et al. 2019, 746; Romero Toledo 2019, 13).

En este aspecto, desde las décadas de 1980 y 1990, son cuatro las empresas que han dependido de los acuíferos del sur del salar de Atacama para realizar sus operaciones.

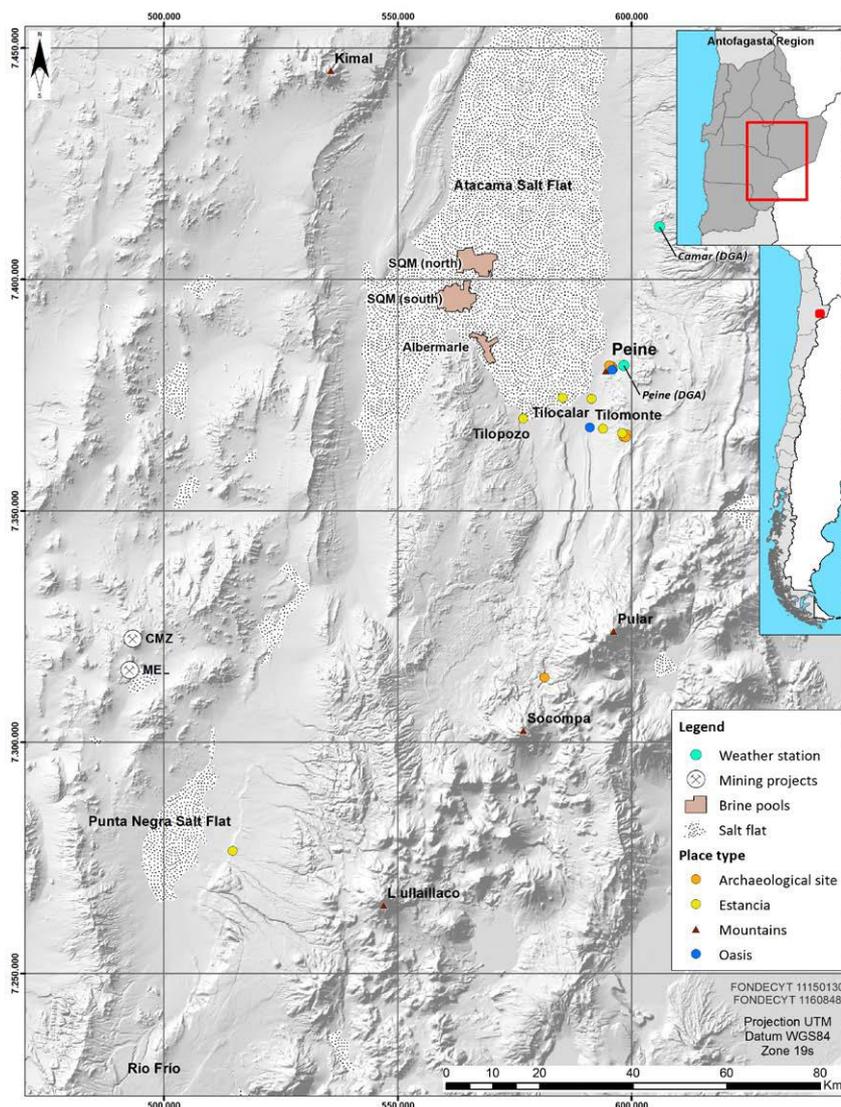


Figura 9. Salar de Atacama y explotaciones de cobre y litio en la zona
Fuente: (Babidge et al. 2019, 741)

Ubicadas al suroeste del salar y formando parte del sector cuprífero, tenemos a Minera Escondida Limitada (en adelante referida como MEL o Escondida) y a Compañía Minera Zaldívar (en adelante referida como CMZ o Zaldívar), ambas presentes en la Figura 9. MEL está administrada por la multinacional BHP Billiton, firma que posee el 57,5% de la mina (BHP 2021a). Sus otros propietarios son Río Tinto (30%) y JECO Corp. (12,5%), consorcio japonés liderado por Mitsubishi Corporation (BHP 2021a). Operando desde 1990, Escondida es la mina a rajo abierto que más cobre produce en Chile (20,7% de la oferta chilena en 2020) (COCHILCO 2020). CMZ es operada por Antofagasta Minerals, empresa que comparte la propiedad de la mina con la corporación canadiense Barrick Gold (50% cada compañía) (Antofagasta Minerals 2017). Zaldívar entró en funcionamiento en 1995 y al estar administrada por Antofagasta Minerals, podemos suponer que su producción estará encadenada al mercado de la electromovilidad. Luego,

asentadas sobre el salar y pertenecientes al sector litífero, hallamos a las transnacionales SQM y Albemarle también presentes en la Figura 9. Albemarle es la actual propietaria y operadora de la mena de salmuera que, desde 1984, empezara a explotar CORFO en asociación con Foote Minerals (Babidge et al. 2019, 743). SQM, por su parte, es una empresa de capitales chilenos que comenzó a extraer salmuera para fertilizantes en 1995 y para litio en 1997 (Babidge et al. 2019, 743).

Desde sus inicios, estas cuatro firmas han acumulado derechos para extraer agua desde los acuíferos del sur del salar de Atacama (Babidge et al. 2019, 746). Además, SQM y Albemarle tienen autorización para obtener salmuera desde el núcleo del salar (Babidge et al. 2019, 746). Ahora bien, el ritmo de explotación de agua y salmuera ha cambiado la disponibilidad de los recursos hídricos en el salar de Atacama (Romero Toledo 2019, 13). Esto, como veremos en las siguientes secciones, ha planteado dificultades para que MEL y CMZ mantengan sus operaciones y ha generado reclamos desde las comunidades locales por el modo en que las cuatro empresas referidas hacen uso del agua (dulce y salobre). En otras palabras, los impactos socioambientales de las actividades mineras empiezan a generar conflictos para sí mismas.

Luego, desde la segunda contradicción del capitalismo, podemos preguntarnos en qué medida estas dificultades ambientales y reclamos sociales llegan a constituirse en una oportunidad o un obstáculo para la acumulación de capital. Trasladando esta interrogante al contexto de nuestro análisis, lo que deseamos conocer es en qué medida la dinámica socioambiental generada por el crecimiento de la minería asociada a la reducción de las emisiones de GEI –a través de la expansión de las energías renovables– llega a ser un obstáculo o una oportunidad para el sostenimiento del capital. En Chile, este crecimiento minero sería inevitable, ya que las propias autoridades del país han manifestado públicamente su meta de satisfacer con el cobre y el litio chilenos el incremento que las demandas de estos dos minerales experimentarían en razón del paso hacia las energías limpias. En un intento por contestar esta interrogante, en las siguientes secciones se analizan las dimensiones material y social de la teoría de O'Connor (estudiadas en el primer capítulo del presente trabajo), así como la actuación del Estado en ambos ámbitos.

2. Producción de cobre y litio en el salar de Atacama: en búsqueda de evidencias empíricas de la dimensión material de la segunda contradicción del capitalismo

Para iniciar esta sección, es preciso recordar que la dimensión material de la segunda contradicción del capitalismo se manifiesta cuando los capitales individuales, en

su afán por mantener o restaurar sus ganancias, externalizan sus costos en detrimento de sus propias condiciones de producción (págs. 36-37). En relación a la minería, la existencia física de los recursos minerales no es su única condición natural de producción, sino que esta actividad también se basa en un uso exhaustivo de agua dulce. Precisamente, como se expondrá a continuación, en el caso de la minería de cobre que aprovecha las aguas del sur del salar de Atacama, la destrucción de esta condición de producción amenaza no solo la reproducción de los propios capitales cupríferos, sino también la de los capitales litíferos. Esto apoyado por un Estado y una legislación –el Código de Aguas de 1981 y el Código Minero de 1982– que han promovido una continua y progresiva privatización de la riqueza natural chilena (Bolados y Babidge 2017, 206).

En efecto, este proceso de privatización es el que convirtió a Minera Escondida en la “controladora de las aguas subterráneas” del salar de Atacama (Bolados y Babidge 2017, 206). En 2012, de acuerdo a la Dirección General de Aguas de Chile (DGA), MEL era la firma con mayor cantidad de litros asignados desde los primeros derechos otorgados en 1987, sumando un total de 1.710 l/s (Bolados y Babidge 2017, 206). Le seguía CMZ, con permiso para extraer 710 l/s desde tres diferentes puntos del salar (Bolados y Babidge 2017, 206). Por su parte, SQM y Albemarle –firmas que dominan la producción y comercialización global de litio– también contaban con derechos de extracción de agua, 240 l/s y 24 l/s, respectivamente (Babidge et al. 2019, 746). De este modo, las aguas del salar quedaron monopolizadas por estas cuatro compañías mineras, destacándose que el sector de Tilopozo-Pajonales –ubicado al sur del salar como se muestra en la Figura 9– es el que ha alimentado las faenas de MEL y CMZ (Bolados y Babidge 2017, 206).

Cuando la DGA estudia el balance hidrológico del salar de Atacama en 2014, identifica que justamente el sector de Tilopozo estaba siendo sobreexplotado, puesto que los derechos de agua otorgados sumaban un total de 2.427 l/s, frente a los 403 l/s de recarga promedio natural anual (Babidge et al. 2019, 746). En virtud de ello, en 2015, este organismo declara una “restricción” al otorgamiento de derechos adicionales a los ya otorgados para extraer y usar estas aguas (Resolución No. 120) (Babidge et al. 2019, 746). No obstante, esta restricción no incluyó otras áreas de la cuenca del salar, por lo que, sin tomar en cuenta el balance hídrico de la cuenca completa, la DGA continuó concediendo derechos sobre el agua a diversos actores de la industria extractiva (Babidge et al. 2019, 746). Luego, en 2016, la DGA indicó que las cuencas alimentadas por aguas superficiales en la región de Antofagasta estaban agotadas, principalmente la cuenca del río Loa al norte inmediato del salar de Atacama (Babidge et al. 2019, 746). Finalmente, en base a

reportes técnicos de 2017, la DGA “prohibió” la extracción de agua en el área de Tilopozo (Resolución No. 13), lo que implicaba que “la disponibilidad de este recurso est[aba] totalmente comprometida en términos provisionales y definitivos”, haciendo imposible la creación de nuevos derechos sobre el agua de esta zona (Babidge et al. 2019, 746).

En razón de esta última prohibición, y aunque los derechos de extracción de agua son otorgados a perpetuidad, cuando MEL y CMZ empezaron los trámites para renovar sus licencias ambientales (en 2017 y 2018, respectivamente), debieron revisar las tasas de agua que estaban extrayendo del sur del salar de Atacama (Babidge et al. 2019, 745). De este modo, a través del proyecto *Monturaqui*, Minera Escondida afirmaba contar con derechos de extracción de agua por 1.400 l/s y solicitaba autorización para continuar con esta explotación pero a una tasa menor (640 l/s), hasta 2030 (Babidge et al. 2019, 745). Por su parte, Minera Zaldívar, mediante el proyecto *Continuidad Operacional Minera Zaldívar*, declaraba extraer solo el 38% de los 556,5 l/s de agua a los que tenía derecho (es decir, 212,5 l/s), proponiendo mantener este caudal hasta 2029 y reducirlo en 30 l/s promedio anual para 2030 y 2031, cuando la compañía iniciaría su cierre (Minería Chilena 2019). Esta decisión, en palabras de Luis Sánchez, gerente general de CMZ, atendía ciertas inquietudes manifestadas por la comunidad y las autoridades, ya que, “todos debemos realizar un esfuerzo concreto para compatibilizar la actividad minera con el cuidado al ambiente” (Minería Chilena 2019).

Pese a estas reducciones, al ser formalizadas, las solicitudes de ambas compañías entraron en tensión y generaron un conflicto (Babidge et al. 2019, 745), ya que cada empresa vio a los requerimientos de la otra como una amenaza a la continuidad de sus actividades productivas. Así, en octubre de 2017, CMZ ingresó un oficio ante el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) chileno, en el que indicaba sus observaciones al Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Monturaqui. De manera particular, sobresale la justificación técnica que se solicita a Minera Escondida por la afirmación de que “el mayor impacto sobre el sector de las vegas de Tilopozo, para el escenario “con proyecto” [Monturaqui] estaría dado producto de la operación de Rockwood Litio [Albemarle] y CMZ, entendiéndose que el impacto de MEL sería de un tercer orden” (CMZ 2017, 3). De manera general, las observaciones apuntan a que:

La descripción y justificación del estudio propuesto carece de información para que terceros con derechos en la misma cuenca puedan entender y analizar la potencial afectación de este compromiso [Monturaqui] sobre sus derechos, especialmente porque MEL indica que el estudio podría modificar los actuales límites del acuífero en razón de la alimentación de vegas y bofedales [...] Se solicita que el titular aclare y explicité la

forma en que este proyecto afecta y afectará el uso de los derechos de aprovechamiento de aguas de mi representada [CMZ] en su faena extractiva; asimismo [...] que explicita la forma de participación de los demás usuarios en su desarrollo. (CMZ 2017, 8)

Minera Escondida no se quedó atrás y, en septiembre de 2018, también remite un oficio al SEA señalando que el proyecto de Minera Zaldívar trabajaba con una línea base distinta a la contemplada por MEL, y que además omitía antecedentes que eran básicos para entender dicha línea base y los impactos ambientales que la propuesta causaría (Pérez-Cueto 2018a). Específicamente, sobre el tema hidrogeológico, MEL señalaba que:

[N]o queda claro cómo el Titular [CMZ] determinó que el volumen inicial almacenado en el acuífero [Tilopozo] corresponde a $31,06 \times 10^9 \text{ m}^3$, valor muy superior en relación a los $12,9 \times 10^9 \text{ m}^3$ estimados por el estudio del Proyecto Monturaqui de Escondida.

[L]a modelación utilizada para realizar la estimación de efectos hidrogeológicos no considera las extracciones de salmuera contempladas por Albemarle Limitada, ni posibles cambios en la posición de la interfaz salina.

[L]a herramienta de modelación numérica específica utilizada para predecir los impactos del proyecto, debido a su escala y a la información que la sostiene, podría ser útil para fines exploratorios generales, pero no para evaluar apropiadamente los impactos ambientales a la escala de los que podría generar el proyecto.

[L]a información hidrogeológica, como por ejemplo sondajes, pruebas hidráulicas, monitoreo de nivel y calidad química de agua subterránea, entre otros, no es suficiente para la caracterización del extenso dominio geográfico que se ha adoptado para el estudio.

[L]as simulaciones se extienden solo hasta el año 2070, mientras que los efectos hidrogeológicos se propagan en un mayor plazo. (Minera Escondida 2018, 5-6)

Ante estos reparos, el vicepresidente de Asuntos corporativos y sustentabilidad de Antofagasta Minerals (empresa que administra a CMZ), René Aguilar, manifestó que:

A diferencia de otras compañías mineras de la zona, Zaldívar es una operación más pequeña, donde no es viable económicamente construir una planta desaladora y un sistema de impulsión, como ya lo han hecho operaciones de Antofagasta Minerals en esta misma región [...] La realidad de Zaldívar es otra y, por eso, esta autorización es esencial para su existencia. Este caso no es un tema de reducir costos. (Pérez-Cueto 2018a)

Pero la inquietud generada por las solicitudes de MEL y CMZ no fue exclusiva del sector del cobre, sino que alcanzó a la industria litífera por los posibles impactos de la extracción de agua dulce sobre el nivel de la salmuera en el núcleo del salar. En este aspecto, se sabe que SQM y Albemarle están autorizadas a extraer 1.700 l/s y 442 l/s de salmuera, respectivamente (Babidge et al. 2019, 746). Sin embargo, al no ser considerada como agua por el Código de Agua chileno, las evaluaciones hidrológicas del salar de Atacama (conducidas por agencias estatales) no contemplan la interacción entre la

salmuera al interior del mismo y los acuíferos en los bordes de la salina. Así, la explotación de salmuera se vuelve “invisible en términos absolutos para la gestión de la cuenca y la regulación ambiental del salar” (Babidge et al. 2019, 746).

Dado este contexto, los pronunciamientos de Albemarle, y en mínima medida de SQM, indicaban que los intereses de MEL y CMZ amenazaban el balance hidrológico del salar. Por un lado, el Gerente general de SQM, Patricio de Solminihac, señaló que: “tenemos una institucionalidad que funciona y tiene que seguir funcionando y claramente preocuparse que se den [los permisos] dentro de lo que la cuenca puede efectivamente otorgar y ser sustentable” (Pérez-Cueto 2018c). Albemarle, por otro lado, fue más precisa y, al igual que Minera Escondida y Minera Zaldívar, remitió sus observaciones al SEA. En relación al proyecto de Escondida, mediante oficio de julio de 2017, criticó 14 puntos del mismo, los cuales pueden ser resumidos en tres temas: i) una “inadecuada evaluación del impacto”, ya que MEL considera en su evaluación la extracción de agua por parte de CMZ y Albemarle, pero no presenta el efecto de la extracción de Monturaqui sobre las condiciones de operación de estas otras empresas (Albemarle 2017, 5); ii) una “deficiente definición del área de influencia”, la cual, en el componente hidrogeológico, se sobrepone en parte al acuífero protegido que alimenta a las vegas de Tilopozo, sin que éste sea considerado en la evaluación de impactos (Albemarle 2017, 7); y, iii) un plan de alerta temprana que no es preventivo, ya que “no propone acciones ni umbrales previos a llegar a la condición máxima que impacta en la vegetación y lagunas” (Albemarle 2017, 14).

En cuanto a la iniciativa de Zaldívar, las dudas de Albemarle presentes en oficio de septiembre de 2018 estaban asociadas a: i) un plan de alerta temprana que no era preventivo, “por cuanto no contiene acciones ni medidas correctivas que eviten llegar a los umbrales que se señalan”; ii) unas metodologías de evaluación de impactos que “no resultan confiables y cuyos resultados carecen de validez”, en razón de que la información técnica que las alimenta no permite evaluar correctamente los impactos en las componentes hídrica y biótica; y, iii) una propuesta que, en general, podría afectar las actividades de terceros que también necesitan los recursos del salar (Albemarle 2018, 3; Pérez-Cueto 2018a). Posteriormente, el presidente de la división de litio de Albemarle, Eric Norris, hizo pública la preocupación de su compañía, afirmando que si MEL y CMZ insistían en extender sus extracciones de agua, esto podía llegar a afectar la recarga hídrica del salar de Atacama (Pérez-Cueto 2019a). En sus propias palabras:

En esta cuenca no sólo está SQM, también están mineras de cobre que extraen agua y que están a la espera de evaluación de proyectos que extenderán sus extracciones, lo que puede llegar a afectar la recarga del salar. Debemos proteger el salar de Atacama de manera integral y amplia, en donde estén todos los sectores representados [...] La minería de cobre, por ejemplo, tiene la opción de utilizar agua desalada para sus operaciones, pero la industria del litio depende de la salmuera como recurso [...] Todos nos beneficiamos de una gestión sustentable del salar de Atacama. Somos los más interesados en proteger este ecosistema y si otras empresas quieren incluir nuevos estándares dentro de su operación, estamos abiertos a colaborar compartiendo los nuestros. (Pérez-Cueto 2019a)

De estas declaraciones se colige que Albemarle –más que SQM– estuvo alerta ante las acciones de MEL y CMZ, apelando en su discurso a una “gestión sustentable del salar” que garantice a todos los interesados un aprovechamiento de los recursos de este ecosistema. En este sentido, Norris anunció la inversión de USD 100 millones para la implementación de un sistema de procesamiento que permitiría obtener más litio sin aumentar la extracción de salmuera (Pérez-Cueto 2019a). Así, la autorización que ostenta Albemarle sería suficiente para garantizar la continuidad de sus operaciones a corto, medio y largo plazo, lo que le evitó –en consecuencia– solicitar el incremento de su cuota de salmuera a la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CChEN) (Pérez-Cueto 2019a).¹⁶

Hasta aquí, hemos descrito las pugnas que involucran a cuatro empresas mineras debido al agua dulce que dos de ellas requieren para mantener sus operaciones. Analizando este escenario desde la dimensión material de la segunda contradicción del capitalismo, observamos que, en el salar de Atacama, el impacto de la minería de cobre sobre una de sus condiciones (claves) de producción –esta es la disponibilidad de agua– devino en dos conflictos: i) entre capitales del mismo sector cuprífero, y ii) entre capitales de dos sectores mineros distintos –el del cobre y el del litio–. En el primer conflicto, el agotamiento del agua dulce al sur del salar, provocado principalmente por actividades extractivistas, generó una disputa entre lo que O’Connor llamaría dos *capitales individuales* –las empresas MEL y CMZ– cuando estos intentaron renovar sus licencias para continuar con sus procesos productivos. Como hemos visto, implícitamente, las compañías se acusaron entre sí de limitar/obstaculizar la continuidad de las actividades de la otra. CMZ, por una parte, alegaba que por su tamaño le era económicamente inviable construir una planta desaladora para usar agua de mar en sus operaciones. Por esta razón, le era imperativo contar con autorización para extraer agua del salar hasta 2031; caso contrario, debía cesar su producción en 2025 (Pérez-Cueto 2019a). La situación para

¹⁶ Al ser considerado como un elemento básico para el desarrollo de armas nucleares, la extracción de litio es regulada por la CChEN y no por el ministerio de Energía y Minería.

MEL, por otra parte, no era tan diferente. Pese a que en 2018 Escondida ya operaba con dos plantas desaladoras que producían aproximadamente 3.000 l/s, la empresa aún necesitaba extraer agua fresca del salar para sostener sus faenas.¹⁷

En el segundo conflicto, las solicitudes de agua dulce de MEL y CMZ generaron una alerta en la industria del litio, representada al momento por Albemarle y SQM. Esto en virtud de que el impacto de estos requerimientos en el balance hídrico del salar, podía alterar el nivel de extracción de la salmuera. Así, el detrimento de una de las condiciones de producción de los capitales mineros cupríferos tenía el potencial de afectar una de las condiciones de producción de los capitales mineros litíferos. En otras palabras, la minería de cobre –que ya advertía obstáculos internos– se perfilaba también como un obstáculo para la minería de litio. En este caso, Albemarle expresó claramente su preocupación sugiriendo que MEL y CMZ reemplacen el agua dulce por agua desalada en sus operaciones, ya que la salmuera no puede ser sustituida en la obtención de litio (al menos no en la que se realiza en Chile). Asimismo, ofreció compartir sus estándares ambientales en pro de lograr una *explotación sustentable* del salar. Mas, lo que Albemarle no dijo es que al extraer salmuera desde el núcleo del salar, desciende el nivel de agua dulce en los bordes de la salina (Gallardo 2011, 29). Este descenso implica la desaparición inmediata de las vegas y lagunas que dotan de agua a otros sectores productivos y a las poblaciones alrededor del salar. Este aspecto ha sido objetado por las comunidades atacameñas, surgiendo un conflicto socioambiental que será abordado en el siguiente acápite.

2.1. De una resolución *Coasiana* al desistimiento de MEL

Ahora bien, estas potenciales limitaciones materiales –que se pueden interpretar como una expresión de la dimensión física de la teoría de O’Connor– fueron enfrentadas de dos formas. En un principio, éstas empezaron a ser transformadas en oportunidades para fortalecer las operaciones de MEL y CMZ. En este sentido, en marzo de 2019, Alfredo Atucha, vicepresidente corporativo de Administración y Finanzas de Antofagasta Minerals (CMZ), manifestó que las dos compañías comenzaron a negociar acuerdos vinculados a la renovación de sus permisos de extracción de agua en la cuenca del salar:

Estamos preocupados y trabajando en eso en conjunto con BHP. Creo que vamos a llegar a una buena solución, es un abanico de opciones y la decisión tiene que ser win-win [...]

¹⁷ El tema de la desalinización será ampliado en la siguiente sección, ya que, aparentemente, la principal motivación en la transición hacia el uso de agua desalinizada en las operaciones de MEL tiene que ver con el conflicto socioambiental que surgió en razón del proyecto Pampa Colorada en 2007.

Llevamos unos tres o cuatro meses en negociaciones y estamos llegando al final de eso. Tengo la ilusión de que vamos a llegar a un buen acuerdo. (Pérez-Cueto 2019b)

De acuerdo al periódico *La Tercera*, una de las opciones esgrimidas era la venta de agua desalinizada a CMZ por parte de MEL, aunque Escondida había indicado que en sus faenas requiere usar la totalidad de agua producida por sus dos plantas desaladoras (Pérez-Cueto 2019b). Posteriormente, en junio de 2019, Minera Escondida también le propuso a Minera Zaldívar, que utilice en su proyecto de Continuidad Operacional el mismo modelo hidrogeológico empleado en el proyecto Monturaqui (San Juan 2019). Esto a raíz de que el SEA, en diciembre de 2018, suspendiera el proceso de calificación ambiental de las solicitudes de ambas empresas, entre otros factores, debido a que:

Ha sido tal la implicancia entre ambos proyectos [Monturaqui y Continuidad Operacional Minera Zaldívar], que esta Dirección Regional ha solicitado que durante los respectivos procedimientos de evaluación de impacto ambiental ambos proyectos consideren en su línea de base los recursos hídricos de agua del otro proyecto. (Pérez-Cueto 2018b)

Hasta donde se conoce ninguno de estos caminos fue tomado, ya que, en febrero de 2020, y esta es la segunda forma, Minera Escondida desistió del proyecto Monturaqui. Así, MEL cesó “de manera definitiva” la extracción de agua con fines productivos desde acuíferos altoandinos (BHP 2021b, 37). Esta decisión, señaló Escondida, fue tomada en función de las consultas realizadas a la comunidad de Peine, la cual, respaldada por el Consejo de Pueblos Atacameños, no otorgó su consentimiento al proyecto (Consejo de Pueblos Atacameños 2020b).¹⁸ Sin embargo, como veremos al analizar la dimensión social de la segunda contradicción, lejos de ser una oposición reciente, el conflicto con los habitantes de Peine (y de otras comunidades atacameñas) data desde 2007, cuando se movilizaron en contra de otra propuesta de extracción de agua de MEL. Este antecedente, en efecto, es visto por las comunidades como el que obligó a la empresa a invertir en la construcción de plantas desaladoras (Morales y Azócar 2019, 41).

La historia de la actividad cuprífera en el sur del salar de Atacama repercute en la disponibilidad actual de agua, es decir, empieza a evidenciar sus impactos sobre una de sus condiciones de producción. Asimismo, se empieza a revelar como una potencial amenaza para una condición de producción atípica en el sector minero, esta es la salmuera, materia prima de la que Chile extrae litio. Aun la reciente regulación del Estado,

¹⁸ El Consejo de Pueblos Atacameños es un organismo que aglomeró, en sus inicios, a todas las comunidades Likantay asentadas en los municipios de Calama y San Pedro de Atacama. Actualmente, solo reúne a las 18 poblaciones del segundo. Creado en 1992, el CPA ha presentado varias denuncias en contra del excesivo uso de agua por parte de las empresas mineras (Argento y Puente 2019, 189).

que prohíbe nuevas extracciones de agua en esta zona, no cambia la realidad de que los derechos ya concedidos permiten obtener agua de la cuenca del salar en un nivel que excede lo que naturalmente se puede sostener. De igual manera, esta prohibición tampoco contempla los potenciales efectos de la industria del litio, ya que el modelo hidrológico usado por la DGA no incluye las tasas de salmuera que son extraídas para producir este mineral. En un escenario que busca descarbonizar el sistema energético global como una de las salidas al cambio climático es posible que estos conflictos se intensifiquen, más cuando el Estado chileno está dispuesto a satisfacer el crecimiento en la demanda de cobre y litio con los recursos presentes en su territorio. En consecuencia, se podrían multiplicar las ocurrencias de manifestación de la dimensión física de la segunda contradicción.

En el caso actual, las disputas entre Minera Escondida y Minera Zaldívar, por una parte, y entre estas dos empresas y Albemarle y SQM, por otra parte, no se concretaron. Por el contrario, finalizaron cuando MEL –la principal consumidora de agua dulce del sur del salar de Atacama– renunció a continuar extrayendo este recurso de esta zona. Pero, aparentemente, tal resolución no fue impulsada por los conflictos entre capitales, sino que fue la acción de las comunidades indígenas asentadas en el salar la que determinó este camino. Esto nos remite al análisis de la dimensión social de la teoría de O'Connor, la cual surge, entre otras causas, por la destrucción cada vez más intensa de las condiciones de producción por parte del capital. Justamente, el agotamiento de las fuentes hídricas en el salar de Atacama es a lo que han reaccionado las comunidades locales a partir de 2007, en primera instancia frente a la minería de cobre y, en los últimos años, frente a la minería de litio. Estos conflictos sociales son los temas que se tratan en la sección a continuación.

3. Producción de cobre y litio en el salar de Atacama: en búsqueda de evidencias empíricas de la dimensión social de la segunda contradicción del capitalismo

Desde la década de 1970 hasta inicios de la de 1990, los impactos ecológicos de la industria de cobre chilena incrementaron notablemente, dada la gran expansión de esta actividad y la falta de normativa ambiental en el sector (Ghorbani y Kuan 2016, 4). Bajo estas condiciones, varios vertederos de relaves fueron abandonados sobre las planicies aluviales de las cuencas de los ríos (siendo un caso notable el del río Elqui en el centro-norte chileno), lo que impactó negativamente sobre la calidad del aire, el agua y la tierra (Ghorbani y Kuan 2016, 4). Ante estos escenarios, durante la década de 1980, la sociedad chilena empieza a tomar consciencia de los problemas ambientales relacionados a la explotación del cobre, despertar que fue creciendo gracias a las campañas de ONG como

el Instituto de Ecología y el Centro de Investigación y Planificación para el Medio Ambiente (Ghorbani y Kuan 2016, 5). Como resultado, el debate sobre la minería de cobre empezó a intensificarse y a esparcirse entre el público en general.

Ya en el siglo XXI, el impulso que tomó el extractivismo en América Latina ha motivado una mayor protección de los capitales mineros frente a los derechos –definidos en marcos nacionales e internacionales– de la ciudadanía y del ambiente (CEPAL 2020, 144). Tal dinámica ha propiciado el surgimiento/reactivación de un notorio grupo de actores sociales que reaccionan ante los impactos de los procesos extractivistas sobre el ambiente y las poblaciones rurales e indígenas (CEPAL 2020, 145). En Chile, los repertorios de acción ciudadana han incluido la movilización y el uso de instrumentos judiciales y jurídico-administrativos para oponerse y detener la ejecución de los proyectos mineros (CEPAL 2020, 146). De este modo, la judicialización de iniciativas como El Morro, Pascua Lama, El Mauro y Dominga llega a adquirir relevancia. Esta última, por ejemplo, muestra un rechazo ciudadano que, apoyado por diversas ONG internacionales, llegó a desestabilizar al gabinete ministerial de la expresidenta Michelle Bachelet al final de su segundo mandato (CEPAL 2020, 146). Sin embargo, tras siete años de batallas judiciales para obtener la licencia ambiental, Dominga fue aprobado en agosto de 2021, reactivando la acción de la sociedad civil, la academia y parte del gobierno chileno, quienes recurrirán a instancias legales para detener el proyecto (Carrere 2021).

Acercándonos a nuestro caso de estudio, veremos que los intentos de Minera Escondida por extraer agua desde los acuíferos del salar de Atacama (y de las fuentes que los alimentan) han derivado en un conflicto social que se mantiene activo desde 2007. Formado por las comunidades indígenas locales, el movimiento de oposición que emerge ha recurrido a la movilización y a las herramientas legales provistas por el Estado para alcanzar sus demandas. Las victorias de esta organización, en los últimos años, la hacen fortalecer un segundo objetivo de lucha que responde a la extracción de salmuera por parte de SQM y Albemarle. En este nuevo escenario, mayoritariamente, han judicializado a los proyectos para lograr que la industria litífera atienda a sus reclamos. Al estudiar estos contextos, nuestra meta es avizorar cómo el aumento en la producción de cobre y litio en Chile –motivado por el paso hacia las energías limpias como una de las salidas al cambio climático– puede intensificar unos conflictos sociales que, desde ya, lucen como una expresión de la dimensión social de la segunda contradicción del capitalismo.

3.1. Conflicto social a partir de la extracción de agua por Minera Escondida

Antes de iniciar nuestro análisis, es preciso indicar que desde finales de la década de 1980, Minera Escondida ha extraído agua desde fuentes subterráneas que fluyen al salar de Punta Negra (ubicado al suroeste del salar de Atacama – Figura 9) (Babidge 2015, 7). Como resultado de esta extracción (y la de otras empresas en el pasado), este salar y sus lagunas se secaron, perdiéndose así áreas que servían para pastoreo y para la crianza de animales nativos como el flamenco andino (Babidge 2015, 7). En 2005, con la introducción de regulaciones ambientales más exigentes, MEL fue obligada a reparar el daño ambiental provocado en Punta Negra, mediante la irrigación de agua en ciertas áreas de este salar en un intento por regenerar sus humedales (Babidge 2015, 7). Mas, de modo contradictorio, hasta 2017 MEL siguió contando con autorización para extraer agua de este sitio con fines productivos (BHP 2018, 38). Incluso, hasta el día de hoy, le es posible proponer nuevas extracciones en otras cuencas circundantes a su mina, dado que sus derechos de agua fueron adquiridos antes de la ley ambiental de 2005 (Babidge 2015, 7).

Este antecedente sirvió de fundamento para que las comunidades atacameñas se organizaran en contra de los intereses de MEL por los acuíferos del sur del salar de Atacama (y sus fuentes), ya que preveían que éste sufriría el mismo destino que Punta Negra. Concretamente, en este conflicto se identifican dos hitos relevantes: i) las acciones a raíz del proyecto Pampa Colorada, y ii) las acciones a raíz del proyecto Monturaqui.

3.1.1. Las comunidades atacameñas frente al proyecto Pampa Colorada

En virtud de sus derechos, en 2007, MEL buscó extraer agua desde acuíferos que fluyen al salar de Atacama, mediante el proyecto denominado *Suministro de Agua Pampa Colorada* (Bolados 2014, 239). Este proyecto: i) obtendría 1027 l/s de agua para su uso en actividades mineras; ii) contemplaba una inversión de USD 300 millones; iii) duraría 20 años; e, iv) involucraba a cinco ayllus atacameños del borde este del salar – Figura 10 (Babidge 2015, 7; Bolados 2014, 240). Además, la zona de impacto incluía humedales asociados a prácticas tradicionales de pastoreo por parte de los pobladores de Socaire y Peine, sitios protegidos como las lagunas Meñique y Miscanti (Reserva Nacional Los Flamencos), y otros lugares en los que las escasas aguas proporcionan valor paisajístico, atracciones turísticas y fuentes de subsistencia (Bolados 2014, 240). De acuerdo al diseño de MEL, los impactos sobre estos humedales serían mitigados creando flujos sustitutos de agua hacia estas áreas, tal como le fuera permitido hacer en Punta Negra, siendo esta medida uno de los principales reclamos del pueblo Atacama (Babidge 2015, 7).

Estos actos tuvieron eco en el resto de las comunidades del salar, mismas que se sumaron a la lucha. Así, el Consejo de Pueblos Atacameños, CPA, apoyó la resistencia al proyecto y organizó mítines en las calles de Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama que recibieron cobertura mediática nacional (Babidge 2015, 8). A las poblaciones atacameñas se unieron otros colectivos locales no indígenas, quienes también participaron en las movilizaciones y aportaron con recursos técnicos y económicos (Bolados 2014, 240). Además, contaron con el apoyo de ONG como Chile Sustentable, el Observatorio de los Derechos Indígenas (hoy Observatorio de Derechos Ciudadanos), el Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales (OLCA), y el Observatorio de Control para Inmigrantes, organismos que elevaron una alerta a través de campañas en redes sociales y de peticiones al gobierno (Babidge 2015, 8).

Igualmente, el Municipio de San Pedro de Atacama rechazó el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Pampa Colorada, argumentando que éste omitía los derechos ancestrales de las poblaciones afectadas y que vulneraría el equilibrio natural del salar (Minería Chilena 2007; OCMAL 2018). De acuerdo a la alcaldesa de aquel tiempo:

Si en San Pedro escasea el agua, ¿cómo es posible que de un día para otro digan que van a sacar 1.000 l/s para hacer funcionar una minera? Son millones de metros cúbicos que van a usar por 20 años [...] Dicen que se van a preocupar de no impactar, pero lo dudo. Los resultados no son los mismos que quedan en el papel. El papel aguanta mucho. (Entrevista a la exalcaldesa de San Pedro de Atacama citada en OCMAL 2018)

Se hicieron protestas, la gente fue a protestar. A mí me llegaban las cartas y vinieron al municipio y yo dije ‘estoy de acuerdo con lo que están haciendo las comunidades’. Hicimos nuestras oposiciones que nos correspondía a nosotros hacer y yo creo que el movimiento fue importante. Acá en Chile, si no hay movimiento, no funciona, por mucho que tú hagas papeles con mucho texto mostrando que es malo. (Entrevista a la exalcaldesa de San Pedro de Atacama citada en Morales y Azócar 2019, 40)

Inclusive, estando al tanto de la opinión pública negativa sobre el proyecto, el 09 de octubre de 2007, 16 parlamentarios nacionales firmaron el borrador de acuerdo: *Rechazo al Estudio de Impacto Ambiental del suministro de agua de Pampa Colorada* (Babidge 2015, 8). De este modo, la activación de un movimiento social en el salar de Atacama creó una atmósfera de presión sobre las agencias estatales responsables de analizar y aprobar el proyecto. En consecuencia, el 24 de octubre de 2007, la Comisión Regional de Medio Ambiente de Antofagasta, COREMA, incluyendo a miembros de la DGA, unánimemente rechazaron el proyecto de extracción de agua Pampa Colorada, recursos hídricos que MEL esperaba usar en sus labores mineras (Bolados 2014, 242). Específicamente, la COREMA descalificó el proyecto porque vulneraba tres literales del

artículo 11 de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, los cuales refieren al impacto cualitativo y cuantitativo sobre los recursos naturales (en este caso el agua), a las alteraciones significativas del paisaje y de las actividades turísticas de la zona, y a la vulneración de áreas de importancia antropológica, arqueológica y/o histórica (Morales y Azócar 2019, 41). Éste fue un hecho inédito, pues, por lo general, el Estado chileno se inclina por la explotación de la riqueza natural (Morales y Azócar 2019, 41).

En una carta pública, la comunidad de Toconao agradeció el apoyo recibido:

Siempre tuvimos fe que mientras las comunidades estén unidas se podrá lograr detener el saqueo de nuestros recursos naturales [...] daremos la lucha por nuestros territorios y recursos naturales, estamos dejando de ser comunidades desvalidas, estamos en procesos de fortalecimiento y crecimiento. Nótese que no estamos en contra del desarrollo y crecimiento de nuestro país, pero estamos convencidos que no será a costa de sacrificar nuestra cultura, nuestro ser de tiempos inmemoriales, de nuestras gentes y nuestra forma de vida. Éste es un camino largo y tortuoso en contra de un Estado que sólo tiene leyes adversas y discriminatorias en contra de nuestro linaje indígena pero estamos aprendiendo a usar las armas del intelecto, el pensamiento de los derechos humanos básicos y usaremos todo para defendernos de las mineras y transnacionales. (Bolados 2014, 242)

Además de expresar un agradecimiento, en estas palabras se encuentran implícitas ideas de otras índoles. En primer lugar, se observa que no existe un rechazo a la minería en sí, sino a la forma en que ciertos procesos son realizados, habiendo sido la movilización ciudadana la principal herramienta empleada para mostrar desacuerdo. En segundo lugar, se hace referencia a un Estado, en el caso de Chile un Estado neoliberal, que regula las *condiciones de producción* (en términos de James O'Connor) en favor del capital minero y en detrimento de la naturaleza y de la cultura que aún guardan los pueblos indígenas. Al respecto, es preciso indicar que las comunidades atacameñas estaban conscientes de que el asunto ambiental no bastaba para oponerse al proyecto, por lo que fortalecieron su postura apelando a la legislación chilena sobre derechos indígenas, al Convenio 169 de la OIT (que en 2007 aún no estaba vigente en Chile) y a varios pronunciamientos de la Corte Interamericana de Derechos Humanos y de otras instancias internacionales (Bolados 2014, 241; Morales y Azócar 2019, 41). Notamos, de este modo, una expresión de lo que Maristella Svampa denomina como el “giro ecoterritorial” (Svampa 2019, 44), ya que se da una conjunción entre los movimientos ambiental e indígena en contra de la explotación que MEL pretendía ejercer sobre la naturaleza. En palabras de las propias comunidades:

La tramitación administrativa del territorio patrimonial natural y cultural de los atacameños está trabajando a favor de intereses económicos transnacionales en forma flagrantemente discriminatoria [...] El Estado chileno debe impedir la discriminación étnica que MEL ejerce hacia nuestras comunidades, sus propiedades y cultura hidráulica

[...] Hoy MEL quiere sacar más de 1000 l/s de la macrocuenca del salar de Atacama, hacia sus faenas [...] MEL quiere agravar más la sequía en esta zona de alto riesgo ecológico. (COREMA 2007, 100 citada en Bolados 2014, 241)

En tercer lugar, y en base al punto anterior, podemos decir que los intereses de Escondida fueron obstruidos por un movimiento social que observó al proyecto Pampa Colorada como una amenaza a sus condiciones de vida. Luego, ante el firme rechazo *de facto* y *de jure*, MEL declaró públicamente su acuerdo con las “definiciones legales de una extracción aceptable de agua” y aseguró su disposición para trabajar “en asociación con las comunidades locales” (Babidge 2015, 8). Pero, más allá del discurso, en el ámbito de la realidad objetiva, el conflicto de Pampa Colorada obligó a la transnacional a invertir en infraestructura para la desalinización de agua (Morales y Azócar 2019, 41).

Al respecto, en 2006, Escondida empezó a utilizar en sus operaciones el agua proveniente de una planta desaladora, cuya capacidad de producción inicial fue de 150 l/s (Minera Escondida 2014, 35). En 2007, año del conflicto por Pampa Colorada, esta planta contribuyó con el 3% del total de agua consumida por las actividades extractivas, esto es, 2.937.618 m³ (Minera Escondida 2008, 60). Para 2010, este volumen se elevó a 4.176.107 m³ (6,61%), destacándose que, en este mismo año, el 36,5% del consumo hídrico de MEL correspondió a agua reciclada (Minera Escondida 2011, 65). Durante 2013, la planta desaladora aportó con 21.819.260 m³ (27,4% del consumo total de agua) y la firma inició un proyecto para elevar la producción de la misma a cerca de 500 l/s (Minera Escondida 2014, 35). A la par, comienza la construcción de una segunda planta de desalinización de 2.500 l/s, cuya inversión se calculó en USD 3.430 millones (Minera Escondida 2014, 35).

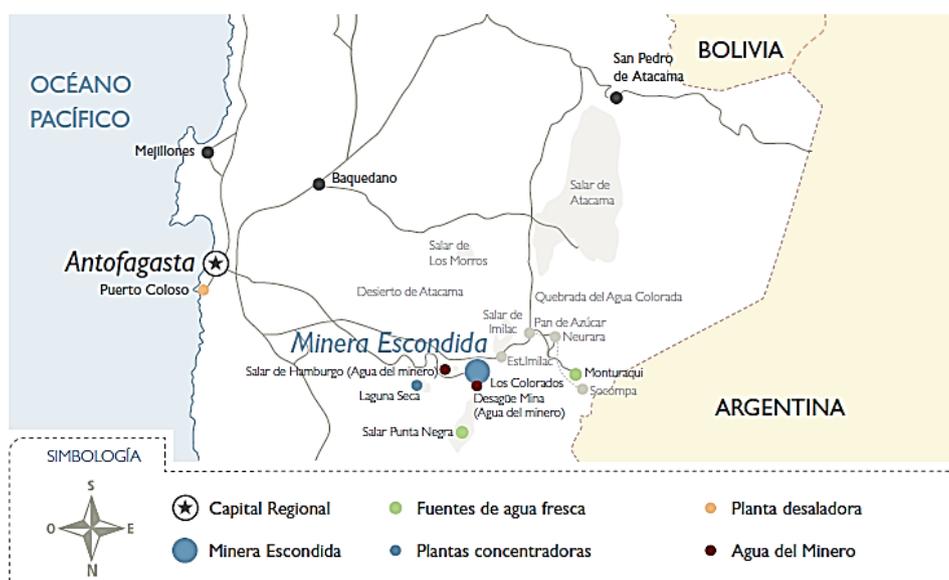


Figura 12. Ubicación de Puerto Coloso (plantas desaladoras) y Minera Escondida
Fuente: (Minera Escondida 2008, 59)

Ambas plantas desaladoras están ubicadas al sur de Antofagasta, en Puerto Coloso – Figura 12, y emplean el método de ósmosis inversa para separar el agua de las sales (Minera Escondida 2014, 36). El agua desalinizada de “calidad industrial” es bombeada a través de tuberías que recorren ~180 km hasta llegar a la mina, mientras el agua con mayor concentración de sales es devuelta al mar (Minera Escondida 2014, 36). La inversión en esta infraestructura se justifica, ya que, por ejemplo, en diciembre de 2014, Escondida no contó con la cantidad de agua necesaria para sostener el aumento en el procesamiento de mineral que experimentó, lo cual supuso un retraso en la producción proyectada (BNamericas 2015). Este hecho es coherente con las declaraciones que hiciera el Director General de Finanzas de BHP Billiton en noviembre de 2014, cuando indicó que “la disponibilidad de agua es el principal problema para Escondida de aquí al año fiscal 2018” (BNamericas 2015). Se podría pensar que este inconveniente estuvo asociado a la imposibilidad de extraer agua desde Pampa Colorada y al hecho de que la segunda planta desaladora de MEL entró en funcionamiento recién en 2018 (BHP 2019, 37).

Sin embargo, las innovaciones tecnológicas y los incrementos en el uso de agua desalinizada –que en 2017 ascendieron al volumen de 75.777.000 m³ (BHP 2018, 59)– no serían suficientes y, en junio de este mismo año, Escondida presentó el Estudio de Impacto Ambiental para mantener la extracción de agua desde Monturaqui (Sistema Tilopozo al sur del salar de Atacama) después de 2019 (BHP 2018, 34).

3.1.2. Las comunidades atacameñas frente al proyecto Monturaqui

Como indicamos en la sección anterior, a mediados de 2017, Minera Escondida inició el trámite para renovar su licencia ambiental. Este proceso incluía la autorización para continuar con la extracción de agua desde los acuíferos al sur del salar de Atacama (sector Tilopozo), a una tasa de 640 l/s (menos de la mitad de los derechos que posee MEL), durante 11 años a partir de 2019. Este proyecto, denominado Monturaqui, provocó reacciones adversas en otra minera de cobre (CMZ), así como en las dos empresas litíferas asentadas sobre el salar (Albemarle y SQM). Los conflictos cesaron cuando MEL, en febrero de 2020, desistió de su propuesta. No obstante, si bien la decisión de Escondida zanjó las diferencias con sus pares, aparentemente, obedeció más a la presión que ejerció una de las poblaciones indígenas que habita en el límite oriental del salar, misma que observó al proyecto como una nueva amenaza a su bienestar y a sus modos de vida.

En efecto, en febrero de 2018, la comunidad de Peine –que también fuera una de las involucradas en el conflicto de Pampa Colorada– empezó a realizar manifestaciones

de rechazo al proyecto Monturaqui (OLCA 2018). De acuerdo a Sergio Cubillos, presidente de esta comunidad en 2018, la situación para ellos era complicada:

Peine tiene a su alrededor varias empresas mineras: al frente tiene SQM y Albemarle, al sur tiene Minera Escondida con extracción de agua y Minera Zaldívar y, además, el proyecto de sulfato de cobre que se quiere instalar a siete kilómetros de aquí [...] A veces nos quedamos sin agua y por eso, nos cuesta entender que a una empresa le otorguen permiso para extraer 400 l/s, a otra 200 l/s de agua y a nosotros solamente nos den 2 o 5 l/s de agua [...] Nosotros estamos solicitando que no le den más permiso. (OLCA 2018)

En este testimonio se evidencia que, para los habitantes de Peine, la escasez de agua está directamente relacionada con las actividades extractivas de Escondida (OLCA 2018). En esta ocasión, sin embargo, la movilización no alcanzó el nivel desplegado una década atrás frente al proyecto Pampa Colorada, sino que la población esperó al proceso de “consulta indígena” para rechazar la iniciativa de MEL (OLCA 2018). Esta consulta se desprende de lo dispuesto por el Convenio 169 de la OIT, el cual establece que los pueblos indígenas deben ser protegidos y consultados ante los potenciales efectos del desarrollo económico sobre su ambiente (Barría 2019, 77). En Chile, este tratado entró en vigencia en 2009 y, un año después, se le asignó al SEA la responsabilidad de regular estos procesos de consulta (Barría 2019, 77). De este modo, en enero de 2020, se desarrolló el proceso deliberativo mediante el cual la comunidad de Peine negó su consentimiento al proyecto Monturaqui (Consejo de Pueblos Atacameños 2020b). En palabras de Amanda Barrera, presidenta de esta comunidad en 2020:

La decisión final está en manos del Servicio de Evaluación Ambiental [SEA]. Nuestra gente quiere recuperar su agricultura, la ganadería. Hoy Peine cuenta con abastecimiento de agua dulce para el consumo humano, pero el día de mañana vamos a necesitarla para estas actividades que forman parte de nuestra esencia ancestral como pueblo atacameño. (Consejo de Pueblos Atacameños 2020a)

Mas, como ya conocemos, antes de que el SEA emitiera su dictamen, Escondida decidió no continuar con el trámite de evaluación del proyecto Monturaqui. De este modo, el 04 de febrero de 2020, BHP Billiton publicaba en su portal web:

Escondida ha decidido poner fin a la extracción de agua de los acuíferos altoandinos y, en consecuencia, ha desistido de la tramitación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Monturaqui [...] De esta manera, BHP adelanta en 10 años su compromiso de no extraer aguas altoandinas para Escondida, originalmente programado para 2030. Esta decisión ha sido posible gracias a la inversión realizada por Escondida en plantas desalinizadoras los últimos 15 años y al mejoramiento operacional que le ha permitido reducir su consumo neto de agua por tonelada procesada. (BHP 2020a)

En efecto, en 2018, mientras seguían los trámites para extender la extracción de agua desde Monturaqui, Minera Escondida inauguraba su segunda planta desalinizadora (de 2.500 l/s) e iniciaba la ejecución de un nuevo proyecto para ampliar su capacidad integrada de desalinización hasta los 3.800 l/s (BHP 2019, 37). Posteriormente, en diciembre de 2019, entraron en operación las instalaciones que aumentaron tal capacidad de desalinización, mismas que completaron una inversión de USD 4.000 millones (BHP 2020b, 31). Como resultado de esta inversión, y de otras acciones dirigidas a reducir el consumo de agua a través de una mejor recuperación, Escondida empezó a operar exclusivamente con agua desalinizada a partir de 2020 (BHP 2020b, 31). Para Barrera, este ha sido un hito en la lucha del pueblo atacameño en contra de la explotación del salar:

Nos sentimos absolutamente agradecidos porque se logra esta voluntad de la empresa, lo que nos permite reafirmar la lucha que vienen dando las comunidades a consecuencia del sobreotorgamiento de derechos de aguas y la usurpación de este recurso [...] La decisión de Minera Escondida de desistir del Proyecto Monturaqui, permite además aventurar que es posible modificar el actual modelo de despojo, asociado al lucro con el agua por parte de empresas mineras. Recuperar el agua para las comunidades y los territorios se vuelve urgente para garantizar el derecho humano al agua y evitar un desastre para nosotros y nuestro ecosistema. (Consejo de Pueblos Atacameños 2020b)

Asimismo Cubillos, quien en 2020 fungía como presidente del CPA, indicó que:

Pensaron que esto jamás se podría lograr, pero demostramos que con convicción, con fuerza, con entereza podemos lograr grandes cosas. El hecho que no se extraiga más agua del acuífero de Monturaqui nos emociona como nunca y podemos ir con más argumentos para frenar la sobreextracción que vive el salar de Atacama. Felicito a Peine por mantener su posición de defender el territorio, esto nos motiva a buscar la unión y continuar en la defensa de nuestro territorio ancestral. (Consejo de Pueblos Atacameños 2020b)

En síntesis, la actuación de las comunidades atacameñas frente al proyecto Monturaqui es observada como la continuación del movimiento social que, en 2007, impidió la aprobación del proyecto Pampa Colorada. Continuación en dos sentidos: i) la población expresa su rotunda negativa a que Minera Escondida continúe sobreexplotando los acuíferos del salar de Atacama, y ii) la presión social contribuye a que la empresa aumente su inversión en plantas desalinizadoras hasta que, en 2020, deja de usar agua dulce con fines productivos. No obstante, en el caso de Monturaqui, si bien las comunidades se movilizaron, dieron prioridad al recurso de la *consulta indígena* para formalizar su postura frente a los intereses de MEL. Esta diferencia se podría deber a que, recién en 2009, entra en vigencia en Chile el Convenio 169 de la OIT, y en 2010, se crea la institucionalidad para que los pueblos indígenas sean obligatoriamente consultados

sobre los proyectos que se desarrollan en sus territorios.¹⁹ En virtud de ello, este Convenio se convierte en una herramienta que soporta la defensa de los recursos naturales frente a la expansión de la acumulación capitalista. En un escenario donde la demanda de cobre necesariamente crecerá para sostener el despliegue masivo de las energías verdes (que favorecerán la reducción de emisiones de GEI), es posible que los conflictos por el territorio entre mineras y pueblos indígenas se agudicen/incrementen.

En el contexto de nuestro estudio, los casos de Pampa Colorada y Monturaqui son relevantes, ya que, al amenazar estos proyectos la disponibilidad de agua dulce –que es una condición de producción del capital minero cuprífero, pero también una condición de vida para los habitantes del salar–, las comunidades indígenas afectadas (y no afectadas) manifestaron su oposición, obteniendo incluso el apoyo de organismos estatales y no estatales que ratificaron el objetivo de su lucha. En el caso de Pampa Colorada recurrieron a la movilización social, y en el caso de Monturaqui apelaron a la consulta indígena que es un instrumento legal provisto por el propio Estado. Mediante estas dos formas, la organización de las comunidades atacameñas logró reconfigurar las relaciones entre las poblaciones indígenas y las empresas privadas que se benefician de los recursos presentes en el salar de Atacama. Al respecto, el proyecto Pampa Colorada de 2007 (que tenía prevista una duración de 20 años y una producción de 1.025 l/s) junto a la renovación del permiso del proyecto Monturaqui en 2019 (para una extracción de 640 l/s durante 11 años) estaban destinados a satisfacer parte de la demanda de agua fresca para las operaciones de MEL hasta 2030, aproximadamente. Siendo que para Chile sus reservas de cobre son imprescindible en la transición hacia las energías limpias, es probable que tal suministro de agua hubiera sostenido un segmento de la producción de cobre para dicho fin.

No obstante, los conflictos socioambientales que generaron estas dos iniciativas llegaron a ser un obstáculo para la continuidad productiva de Escondida, empresa que entonces se vio obligada a: i) encontrar otras fuentes de agua para alimentar sus faenas, y ii) considerar a las poblaciones locales como actores activos en el diseño de sus proyectos. En efecto, ante el rechazo local y estatal que recibieron las propuestas de MEL, la empresa debió invertir USD 4.000 millones en la construcción de un complejo de desalinización de agua de mar para mantener su producción (pág. 96). Esta cifra contrasta con los USD 300 millones que le hubieran significado la extracción de agua desde los acuíferos de Pampa Colorada (pág. 89) y la inversión nula para mantener su extracción desde

¹⁹ Esta hipótesis escapa al objetivo de la presente investigación. Mas, se considera que merece ser examinada con mayor profundidad en trabajos ulteriores.

Monturaqui (Minera Escondida 2017). Asimismo, en atención a nuevas regulaciones estatales, MEL se vio obligada a involucrar a las poblaciones locales en los procesos de aprobación de sus iniciativas y a tomar con seriedad los procesos consultivos que actualmente son mandatorios en la legislación ambiental chilena. Luego, desde la óptica de la segunda contradicción del capitalismo, podemos decir que la acción de las comunidades atacameñas en defensa del agua del salar de Atacama (es decir, de una de sus condiciones de vida) se constituyó en una expresión de su dimensión social.

Sin embargo, debemos mencionar que los cambios inducidos por la acción ciudadana también le han dado a MEL la oportunidad de crearse una *imagen verde* y de respaldo a los pueblos indígenas, la cual, es constantemente promocionada en sus *Informes de Sustentabilidad* como un compromiso voluntario de la empresa con el ambiente y la sociedad. Esta dinámica nos remite a las reflexiones de Sacher (2019b, 270-271), quien advierte una “eventual propensión de las *contradicciones* del capital [primera y segunda estudiadas en el primer capítulo]” a convertirse en una “fuerza de atenuación” de las mismas causas que las provocan. De este modo, el capital exhibiría unas “propiedades autoestabilizantes [...] asociadas a sus contradicciones”. En este sentido, la acción de los movimientos sociales que busca neutralizar la explotación y destrucción de las condiciones de producción por parte del capital, alejaría, al mismo tiempo, las “amenazas de crisis” que esta destrucción le plantea a la acumulación de capital. Este carácter de las contradicciones merece ser profundizado en futuras investigaciones.

Mas, la minería de cobre no es la única que explota el agua dulce del salar de Atacama (y sus fuentes), en virtud de ser una de sus condiciones de producción. Como se mencionó en la sección anterior, la industria litífera también requiere de agua fresca para sus operaciones y, en mayor medida, de salmuera, una condición de producción atípica que es obtenida del núcleo de la salina. La extracción de estos dos recursos contribuye al desbalance hídrico del ecosistema, teniendo el potencial para destruir los humedales existentes en los bordes del salar. Estas vegas y bofedales son las fuentes de agua que alimentan las actividades de subsistencia de las comunidades atacameñas, tales como el pastoreo, la agricultura y el turismo. Dadas estas condiciones, los líderes comunitarios han denunciado que las actividades de SQM y Albemarle “vulneran sus derechos tradicionales sobre el área” (Babidge 2015, 8). Sin embargo, esto no ha evitado que desde mediados de la década de 2010 la producción de litio en Chile despegue, en particular, para satisfacer los crecientes mercados de la electromovilidad (que coadyuvarán a mitigar el problema del cambio climático). Ante tal despliegue, las poblaciones atacameñas han

recurrido a la judicialización de las actividades de estas dos compañías, procesos que podrían convertirse en trabas para la continuidad de la producción litífera. Precisamente, estas manifestaciones de oposición son las que se analizan en la siguiente subsección desde la perspectiva de la segunda contradicción del capitalismo.

3.2. Conflicto social a raíz de la extracción de salmuera por SQM y Albemarle

Desde sus inicios, la relación entre las poblaciones locales del salar de Atacama y la industria litífera ha sido conflictiva en razón de los impactos que la minería de litio causa sobre los territorios ocupados por estas comunidades (CEPAL 2020, 48). En la actualidad, de acuerdo a la Comisión Nacional del Litio, estos impactos pueden “afectar la disponibilidad de recursos hídricos de su entorno, lo que, además de afectar al ecosistema, podría afectar negativamente a los grupos humanos asentados en el ámbito de la cuenca del salar” (CEPAL 2020, 48).²⁰ Este escenario, junto a los abusos en la extracción de agua (dulce y salobre), ha motivado a la sociedad atacameña a emprender acciones legales en contra de SQM y Albemarle, las dos firmas que dominan la producción de litio en el salar (Argento y Puente 2019, 189). Así lo demuestra el CPA, organismo que durante 2013, 2014 y 2015 se apoyó en los recursos jurídicos nacionales e internacionales –a partir de la vigencia en Chile del Convenio 169 de la OIT– para denunciar a las empresas litíferas por los excesos en la extracción de agua (Argento y Puente 2019, 200; CEPAL 2020, 48). Para sustentar sus reclamos, el CPA ha contado con un *staff* técnico y legal dedicado al estudio de la cuenca y a la recopilación de datos sobre las concesiones de agua subterránea y de salmuera que el Estado ha otorgado a cada una de las compañías mencionadas (Argento y Puente 2019, 189).

A nivel de cada empresa, en 2009, la comunidad de Peine demandó a Rockwood Lithium (actual Albemarle) por el uso de las aguas de regadío, logrando firmar, en 2012, un convenio que comprometió a la firma a pagar una suma de dinero fija a los pobladores por concepto de “compensación ambiental y reparación del daño” (Argento y Puente 2019, 189). Este pago, que continuaría hasta el final de la explotación, motivó a los dirigentes comunitarios a involucrarse en procesos formativos en materia de derechos indígenas, con el fin de “generalizar el convenio hacia el conjunto del territorio” (Argento

²⁰ La Comisión Nacional del Litio fue convocada durante la gestión presidencial de Michelle Bachelet y, desde junio de 2014, estuvo encargada de planificar una política estatal para un “aprovechamiento integral” de los recursos de litio, que observe tanto la creciente demanda global del mineral como la necesidad de diversificar el desarrollo minero de Chile (Argento y Puente 2019, 200).

y Puente 2019, 189). De este modo, en 2016, cuando Albemarle actualiza su convenio de explotación con la estatal CORFO,²¹ se le aprueba el triplicar su cuota de producción hasta 2043, pero, además, se establece un conjunto de medidas de participación sin parangón para las comunidades indígenas implicadas (Argento y Puente 2019, 201).²²

Entre las atribuciones otorgadas a las comunidades, el contrato les permite realizar un monitoreo ambiental y acceder a información relevante que contribuya a la generación de un modelo hidrogeológico integral del salar de Atacama (Argento y Puente 2019, 201). Esto último, en particular, es de suma importancia, ya que:

Ni siquiera en el mundo científico hay acuerdo sobre el modelo hidrogeológico porque no hay una gobernanza a nivel de cuenca, cada empresa funciona y estudia una parte, pero no existe una gobernanza de la cuenca total que tenga estudio completo. (Entrevista a un miembro del CPA citada en Argento y Puente 2019, 201)

En relación a lo económico, el acuerdo establece que las comunidades recibirán el 3,5% de las ventas que Albemarle declare ante el fisco (Argento y Puente 2019, 201). Aproximadamente, este monto superaría los USD 10 millones anuales (Minería Chilena 2017). Como contraparte, las poblaciones deberán presentar los proyectos en los que estos recursos serán utilizados, así como someterse a auditorías financieras anuales (Argento y Puente 2019, 201). Luego, de este 3,5%, un 0,5% será entregado al CPA, para que éste lo invierta en proyectos de innovación y desarrollo que involucren al conjunto del pueblo atacameño (Argento y Puente 2019, 201). Si bien estas medidas no alcanzaron consenso cuando fueron discutidas al interior de cada comunidad, fueron aceptadas por la necesidad de recursos en cada una de éstas (Argento y Puente 2019, 201). Pero, más allá de la polémica por el dinero, para uno de los abogados del CPA este convenio es innovador, ya que, “crea instancias directas de diálogo con la empresa”, se deshace, en cierta medida, del rol mediador del Estado y brinda a las comunidades un “mecanismo de fiscalización de las ventas” de la firma (Argento y Puente 2019, 201).

3.2.1. Del acuerdo con Albemarle al desacuerdo con SQM

De forma distinta, la relación entre las comunidades atacameñas y SQM ha sido más compleja. Esta compañía, que en principio tenía autorizada una cuota de extracción

²¹ Los yacimientos de litio en el salar de Atacama son propiedad de CORFO, organismo que a través de contratos especiales ha concesionado sus pertenencias a las empresas SQM y Albemarle.

²² De acuerdo al OCMAL (2020), las comunidades más afectadas por la producción de litio en el salar de Atacama son: Toconao, Peine, Socaire y Camar, sin que esto signifique que las otras 14 comunidades que forman parte del CPA no se vean afectadas por esta industria.

de 180.000 toneladas de litio hasta 2030, el 17 de enero de 2018 llega a un nuevo acuerdo con CORFO para triplicar su producción durante el mismo periodo (Argento y Puente 2019, 202). Sin embargo, los términos de este acuerdo fueron conocidos pocos días antes de su suscripción, y en un contexto de incertidumbre por: i) los efectos que una mayor extracción de salmuera podría provocar en el salar de Atacama, y ii) por la falta de fiscalización de los convenios y las prácticas de las empresas litíferas por parte del Estado (Balcázar 2018). De este modo, es posible que se agudicen los impactos de la minería de litio en la hidrología del salar, aun cuando el Estado ha reconocido que las capas hídricas de este ecosistema, en general, están agotadas (Argento y Puente 2019, 202). Además, este contrato implica la omisión de las denuncias que entre 2013 y 2015 presentó el CPA en contra de SQM por excesos en la extracción de aguas subterráneas, así como contradice el proceso sancionatorio que en 2016 iniciara la Superintendencia del Medio Ambiente de Chile (SMA) por el mismo motivo (Argento y Puente 2019, 202; Poveda 2020, 64).

En cuanto a las comunidades, el convenio establece un aporte de entre USD 10 y 15 millones anuales para proyectos que fomenten el “desarrollo económico sustentable” y “la identidad cultural” de las poblaciones atacameñas (Minería Chilena 2018; Poveda 2020, 65). Asimismo, obliga a SQM a mejorar los canales de comunicación con las poblaciones aledañas a la explotación en el salar (Minería Chilena 2018). Miembros de las comunidades de Talabre, Camar y Socaire vieron estas medidas como positivas; sin embargo, la mayor parte del pueblo atacameño las rechazó, ya que SQM no realizó el proceso obligatorio de consulta indígena para la aprobación de las mismas (Argento y Puente 2019, 203). En efecto, como veremos a continuación, el derecho indígena a la consulta fue el eje de la estrategia de la lucha por el agua de las comunidades del salar. Esto a pesar de que SQM mantuvo reuniones individuales con varias localidades, en un afán por socavar la representatividad del CPA y de fragmentar sus posturas (Argento y Puente 2019, 204). En este mismo afán, la compañía trató de encauzar las demandas del pueblo por la senda del derecho ambiental, pues esto le permitía enfrentarlas en base a los procedimientos burocráticos establecidos por el SEA (Argento y Puente 2019, 204).

Empiezan así una serie de acciones de oposición, que no hacen más que revelar el malestar latente en el pueblo atacameño frente a las amenazas que la minería plantea a sus condiciones de vida. El 30 de enero de 2018, más de 200 indígenas del salar bloquean la ruta de acceso a San Pedro de Atacama, exigiendo se derogue el contrato CORFO-SQM (Argento y Puente 2019, 202). Desde este lugar, emiten la siguiente declaración:

Nos hemos reunido el día de hoy como comunidades de Atacama la Grande, agrupada en el Consejo de Pueblos Atacameños, para dar a conocer una vez más nuestro total rechazo al acuerdo firmado entre la estatal CORFO y la empresa SQM Salar S.A. firmado con fecha 17 de enero [...] En este acto se interviene una vez más nuestro territorio ancestral y por ello consideramos que este acuerdo es ilegal, inconstitucional y transgrede nuestros derechos colectivos al territorio y al medioambiente establecidos en los diversos instrumentos internacionales [...] La empresa SQM ha extraído más salmuera de la permitida durante los años 2013 al 2015 y alteró su plan de contingencia secando gran parte de un bosque de algarrobos perteneciente a la comunidad de Camar, entre otras graves faltas ambientales. Tampoco se ha realizado el estudio integral de nuestra cuenca que permita conocer los impactos sinérgicos que ha generado la extracción de agua tanto para el litio como para la minería del cobre en nuestro territorio [...] Hoy en día, el Estado no ha sido capaz de generar una gestión integrada de la cuenca que obligue a las empresas a disminuir sus actuales extracciones y, por esa razón, este acuerdo que extiende la concesión del litio es irresponsable, una vergüenza y pone en riesgo nuestra subsistencia como pueblo indígena que hemos habitado este salar. (Elpuelche 2018)

En paralelo, los dirigentes Sergio Cubillos y Valeska Pavéz inician una huelga de hambre, a la que más tarde se unirían otros directivos (Figueroa 2018). Para estos líderes:

[E]s la primera vez que se ven obligados a tomar esta medida radical porque siempre han estado dispuestos al diálogo, han participado de todas las mesas de trabajo, pero en esta oportunidad no se respetó a ninguna de las 18 comunidades de San Pedro de Atacama. ‘No vamos a negociar’ [...] En varios pueblos el suministro de agua se suspende a las 10 de la noche [...] El mayor impacto lo han enfrentado los agricultores, quienes reciben agua cada 20 días o más [...] ‘Merecemos que nos den prioridad como pueblos originarios, como primeros habitantes de este territorio’. (Figueroa 2018)

Luego, en febrero de 2018, el CPA y la Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama acuden a la Corte de Apelaciones de Santiago y presentan dos recursos de protección por el acuerdo CORFO-SQM: i) por daño ambiental al salar, y ii) por no haber realizado la consulta indígena sobre un proyecto que no solo triplica la producción de litio, sino que inevitablemente intensifica la escasez de agua dulce en la cuenca del salar (Argento y Puente 2019, 203-204; Romeo 2019, 228). Estos recursos fueron rechazados, ante lo cual, en octubre de 2018, el CPA y la Asociación de Regantes deciden apelar este fallo en la Corte Suprema, insistiendo en que se deje sin efecto el acuerdo CORFO-SQM y que se realice la consulta indígena al respecto (San Juan 2018). Esta acción motiva al propio Estado chileno –a través de CORFO– a solicitar a la Corte Suprema que desestime la petición (San Juan 2018). No obstante, en enero de 2019, el CPA es llamado a defender su postura en la corte, instancia en la que señala que:

[L]o que pedimos es simple, que se haga la consulta indígena, no que se prohíba al Estado contratar con SQM, pero antes debe cumplir las obligaciones que Chile se ha impuesto internacionalmente. Que lo haga sin violar los derechos humanos del Pueblo Atacameño Likanantay. (Consejo de Pueblos Atacameños 2019)

Coincidente con los casos de Pampa Colorada y Monturaqui, las comunidades no expresan un rechazo a la minería en sí, sino a sus prácticas. Esta postura difiere de la actitud tomada por las poblaciones locales de otros territorios de América del Sur ante la tentativa de la minería. En Argentina, por ejemplo, el movimiento antiminerero que surge desde inicios del siglo XXI, centra su lucha en la prohibición de las actividades extractivistas –con independencia de las prácticas que pretendan ejercer– (Sacher 2019b).

En abril de 2019, finalmente, la Corte Suprema de forma unánime ratifica la sentencia de la Corte de Apelaciones de Santiago (Diario Constitucional 2019), con lo que cesan los reclamos por el convenio CORFO-SQM de 2018. Sin embargo, la lucha de las poblaciones atacameñas no se detiene y, frente al fracaso de su estrategia basada en los derechos indígenas, toman el camino de los derechos ambientales que la propia SQM había elegido como su sistema de defensa. Así, en diciembre de 2019, el Primer Tribunal Ambiental de Antofagasta acoge una reclamación del CPA e invalida la resolución de la SMA que aprobaba el *Plan de Cumplimiento* que SQM presentó para atender la sanción ambiental que le fuera impuesta en 2016 (Primer Tribunal Ambiental 2019). Como fuera señalado, esta sanción obedece a los excesos en la extracción de salmuera que SQM cometió desde 2013 hasta 2015 y los impactos derivados de esta falta. Tras este fallo, las comunidades del salar de Atacama y el CPA solicitan al SMA que ejecute la sanción, lo que implica la posibilidad de que SQM cierre sus operaciones o de que incluso se le revoque su permiso ambiental (Minería Chilena 2020; Primer Tribunal Ambiental 2019). Además, el dictamen del tribunal es relevante dado que en el acuerdo de 2018 existe una cláusula que indica que CORFO puede finalizar dicho contrato:

‘[S]in derecho a indemnización o compensación alguna para las sociedades’ [en caso de que] a la firma [SQM] se le aplique cualquier sanción en un procedimiento sancionatorio ambiental, ‘incluyéndose el ejercicio de todo recurso judicial que proceda en su contra, relevante y que sea por causa de daño ambiental grave acreditado y que no pueda ser mitigado’. (Minería Chilena 2020)

En otras palabras, si el CPA mantiene su rechazo a las medidas tomadas por SQM para subsanar su sanción de 2016, directamente, podría provocar una suspensión temporal de las operaciones de la compañía, e indirectamente, hasta podría invalidar el contrato de 2018 que le permite ampliar la producción de litio. Este es el modo en que el pueblo atacameño ha defendido sus condiciones de vida, frente al avance en la producción de un mineral que es esencial para la transición hacia un sistema energético bajo en carbono.

Para superar este obstáculo, en febrero de 2020, SQM señaló que ha cambiado su visión interna, reconociendo que “no puede crecer de espaldas a las comunidades y sin respeto al medioambiente” (Minería Chilena 2020). En virtud de ello, la firma se comprometió a dialogar y a trabajar constantemente con las poblaciones cercanas a sus plantas, con quienes pretende suscribir convenios que serán financiados fuera de los presupuestos acordados en el contrato CORFO-SQM (Minería Chilena 2020). Igualmente, apuntó a la disponibilidad para entregar a las comunidades los beneficios provenientes de las ventas de SQM durante los años 2018 y 2019 (USD 25 millones en total). Más, en relación a este tema, hay un desacuerdo al interior del CPA, ya que algunas comunidades encuentran contradictorio aceptar los recursos de la minera y aún sostener una posición en contra de la misma por el asunto ambiental (Minería Chilena 2020). Siguiendo esta lógica, prefieren adoptar un criterio y decidir cuando el conflicto ambiental por la sanción de 2016 se encuentre resuelto (Minería Chilena 2020).

Ante esta *intransigencia* del CPA para recibir los fondos de SQM, la empresa – respaldada por el Estado chileno– resolvió librarse del colectivo y buscar acuerdos individuales con cada comunidad (Reuters 2021). Hasta enero de 2021, la minera había llegado a acuerdos de cooperación con tres de las 18 comunidades integrantes del CPA y, para marzo de este año, esperaba formalizar cuatro más (Reuters 2021). Incluso, SQM ofreció recursos económicos para ayudar a las poblaciones del salar a superar la pandemia de la COVID-19 (Reuters 2021). No obstante, la posición de los directivos del CPA es firme y, frente a estas acciones para debilitar el consenso, han manifestado que: “SQM se ha preocupado más de poder tener una imagen social mejor a la que tenía antes, respecto a los compromisos ambientales [...] No vamos a transar un recurso económico por la subsistencia de nuestros pueblos [...] Va más allá de aceptar el dinero” (Reuters 2021).

Estas aseveraciones fueron rechazadas por la compañía, indicando que recortarán el uso de agua dulce y salmuera hasta 2030 como parte de su plan para producir “litio carbono neutral” (Reuters 2021). Pero, parece ser que este plan no solo está motivado por la presión de las comunidades indígenas que habitan en el salar de Atacama, sino también por las exigencias ambientales de los potenciales clientes automotrices de SQM. Al respecto, en enero de 2020, delegados de Volkswagen visitaron las instalaciones de SQM en el salar y, junto con delegados de Daimler, presentaron a las autoridades de la SMA su “estudio para una extracción sostenible de litio” en Chile (Minería Chilena 2020).²³ Estas

²³ Volkswagen estuvo representado por la Agencia Alemana de Desarrollo (GIZ), mientras Daimler lo estuvo por la Fundación Chile (Minería Chilena 2020).

dos compañías requieren del mineral blanco para crecer en el mercado de la movilidad eléctrica; sin embargo, si SQM no puede superar el conflicto que aún mantiene con parte de las comunidades atacameñas y el CPA, estos fabricantes podrían optar por otros proveedores con un “perfil social y de gobernanza más transparente” (Reuters 2021).

Por último, es pertinente mencionar que, en vinculación con la academia, el activismo de las comunidades también se ha expresado en la realización de conversatorios y la elaboración de reportajes y artículos (Poveda 2020, 78). El objetivo de estas acciones ha sido cuestionar las tendencias de la electromovilidad y de la transición hacia las energías limpias, como caminos que pretenden enfrentar el problema del cambio climático a costa de destruir ecosistemas como el del salar de Atacama (Poveda 2020, 78). Asimismo, se han creado redes que conectan a actores indígenas, campesinos, académicos y de las ONG de los países que conforman el “triángulo del litio”: Argentina, Bolivia y Chile. Una de estas redes es el Observatorio Plurinacional de Salares Andinos (OPSAL), que desde 2019 promueve la protección de los ecosistemas altoandinos y el respeto a los derechos y a los modos de vida indígenas (OPSAL 2019).

Observamos que la producción litífera en el salar de Atacama se enfrenta a una permanente oposición de las comunidades indígenas asentadas en este territorio y del colectivo que las agrupa –el CPA–, quienes han recurrido a la movilización pero en mayor medida a la judicialización de los proyectos para impedir que esta industria continúe destruyendo sus condiciones de vida. Al hablar de condiciones de vida nos referimos al agua dulce –que alimenta las actividades de subsistencia de los pobladores– y a la salmuera que, a pesar de ser agua no apta para el consumo de los seres vivos, es esencial para mantener el estado del ecosistema tal como se lo conoce ahora. Actualmente, son dos empresas –Albemarle y SQM– las que requieren de estas condiciones de producción para mantener sus faenas. En 2013, 2014 y 2015, el CPA presentó denuncias en contra de ambas firmas por excesos en la extracción de aguas subterráneas (dulce y salobre). Pese a esto, cuando Albemarle y SQM actualizan sus cuotas de producción de litio ante el Estado chileno (en 2016 y 2018, respectivamente), solicitan se triplique el volumen de las mismas. Tales peticiones provocan una fuerte oposición del pueblo atacameño, quienes observan como inevitable el incremento en la extracción de agua fresca y salmuera, lo que a su vez devendrá en una mayor destrucción del balance hidrológico del salar.

En el caso de Albemarle, las denuncias del CPA –y algunas previas de ayllus como Peine– lograron que el contrato de 2016 incluya cláusulas aparentemente favorables para las comunidades. Habiendo sido consultadas sobre estas medidas antes de la suscripción

del convenio, a partir del mismo, las 18 poblaciones que conforman el CPA son partícipes de las ventas de la compañía y, además, reciben apoyo para implementar un sistema de monitoreo ambiental de la cuenca del salar de Atacama. Este sistema, junto con información hidrológica relevante que Albemarle se ha comprometido a entregar, servirá –en teoría– para construir un modelo hidrológico íntegro del salar. A estos beneficios es preciso agregar que, como fuera mencionado en la sección anterior (pág. 84), en 2019 la empresa inició la construcción de una planta procesadora que le permitiría extraer más litio sin aumentar la tasa de bombeo de salmuera.

El caso de SQM es más complejo. La empresa cuenta con una sanción ambiental vigente desde 2016 por haber excedido deliberadamente los límites autorizados de extracción de salmuera y agua dulce entre 2013 y 2015. Sin embargo, el contrato que firma en 2018 no solo le permite triplicar su producción de litio, sino que fue suscrito sin haberlo consultado previamente con las comunidades del salar. Ante tal incongruencia del Estado chileno y el flagrante irrespeto a sus derechos como indígenas, el CPA y las poblaciones que agrupa inician acciones de judicialización del acuerdo fundamentadas en el incumplimiento de la consulta indígena. Al ser este argumento desestimado por las instancias judiciales chilenas, los afectados recurren al derecho ambiental y logran un fallo favorable del Primer Tribunal Ambiental de Antofagasta. Esta sentencia hace frente a dos procesos: i) directamente, rechaza el *Plan de Cumplimiento* que SQM presentó (y que la SMA aprobó) para reparar los daños ambientales que motivaron la sanción de 2016, e ii) indirectamente, podría invalidar el contrato de 2018.

De este modo, el conflicto socioambiental que surge en torno a la minería litífera chilena, en general, y a la empresa SQM, en particular, se convierte en un obstáculo para el desarrollo de esta actividad productiva. Este obstáculo se genera en razón de la explotación que la industria del litio ha ejercido sobre dos de sus condiciones de producción: el agua dulce y la salmuera. En un escenario coherente con los objetivos climáticos del Acuerdo de París, se prevé que la participación de las energías renovables en la demanda total de este mineral crecerá –del 30% que representó en 2020– al 90% en 2040 (IEA 2021b, 46). Este dato nos permite señalar que la transición hacia las energías verdes –considerada como una de las salidas al cambio climático– podría exacerbar estos conflictos en el salar de Atacama, e incluso extenderlos hacia otros salares chilenos que ya están siendo considerados para futuros proyectos litíferos (como los salares de Maricunga y Pedernales). Esto en virtud de la evidencia que indica que los potenciales compradores de este mineral son empresas que apuestan a la electromovilidad como

Volkswagen y Daimler, firmas que incluso están conduciendo estudios para implementar una *minería de litio sustentable* en Chile. Pero, ¿hasta qué punto podemos hablar de sustentabilidad en la minería cuando, por un lado, se intentan reducir las emisiones de GEI y, por otro lado, es probable la destrucción de ecosistemas frágiles como los salares altoandinos y la vulneración del derecho al agua de comunidades indígenas enteras?

El análisis de la dimensión social de la segunda contradicción del capitalismo muestra que la minería de cobre y litio en el salar de Atacama presenta unos obstáculos generados por el mismo desempeño histórico de estas actividades productivas. Es poco probable que estos conflictos socioambientales –y los movimientos vinculados– terminen con las faenas extractivas de Minera Escondida, Albemarle y SQM, ya que es claro que el Estado chileno (en la mayor parte de sus instancias) regula las condiciones de producción a favor de los capitales mineros. Sin embargo, su manifestación como impedimentos se da en el sentido de que motivan cambios en las políticas y prácticas de estas empresas. De este modo, Escondida ha dejado de emplear el agua de los acuíferos del salar de Atacama con fines productivos; Albemarle ha incluido términos favorables para el pueblo atacameño en el contrato que le permite ampliar sus operaciones; y SQM ha buscado formas de repartir un mayor porcentaje de sus ganancias entre las comunidades del salar y ha anunciado un plan para reducir el uso de agua dulce y salmuera en su proceso productivo hasta 2030. En general, estas medidas han sido aceptadas por las poblaciones, pero, como lo evidencia la vigencia en la disputa con SQM, los indígenas atacameños no transan fácilmente el bienestar de sus condiciones de vida por dinero. Esta postura nos lleva a pensar que, en el salar de Atacama, el incremento en la producción de cobre y litio para satisfacer el crecimiento de las energías renovables –impulsadas como una de las salidas al cambio climático– podría verse obstaculizado por los impactos ambientales (diferentes a la emisión de GEI) y sociales que provoca en este territorio.

4. Conclusiones

El estudio de la interacción de las industrias del cobre y del litio en el salar de Atacama, y entre éstas y las poblaciones locales pretende responder la pregunta: ¿en qué medida las dinámicas socioambientales generadas por la minería asociada al crecimiento de las energías renovables, que a su vez son propuestas como una de las salidas al cambio climático, son una expresión de la segunda contradicción del capitalismo? Nuestro análisis está dividido en dos secciones: la primera atiende a la dimensión material de la segunda contradicción, y la segunda se ocupa de la dimensión social.

En relación a la dimensión material, se han analizado las operaciones de cuatro empresas: Minera Escondida Limitada (MEL) y Compañía Minera Zaldívar (CMZ) –sector del cobre–, y SQM y Albemarle –sector del litio–. Desde la década de 1990, las dos mineras de cobre han explotado –de modo exhaustivo– las aguas subterráneas del sur del salar de Atacama. A inicios de la década de 2010, esta extracción es identificada como la principal responsable de la disminución de los niveles freáticos de los acuíferos de este sector. Años después, desde 2017, la explotación de agua dulce genera una disputa entre las dos empresas cupríferas, ya que cada una ve en la extracción de la otra una amenaza para sus actividades productivas. A este conflicto intracapital se suma la preocupación de la industria litífera, especialmente de Albemarle, firma que señala que la reducción de los niveles de agua en los acuíferos que rodean al salar tiene el potencial de disminuir el nivel de la salmuera en el núcleo del salar. Se manifiesta de esta manera la dimensión material de la segunda contradicción, ya que, el uso exhaustivo de agua dulce –que es una de las condiciones naturales para la producción del cobre– empieza a ser un problema no solo para los propios capitales individuales que la requieren (Minera Escondida y Minera Zaldívar), sino también para los capitales individuales de otro sector (Albemarle y SQM).

Para superar este inconveniente, MEL y CMZ empezaron a buscar soluciones conjuntas que les permitan mantener sus operaciones en los niveles deseados. Hasta donde se conoce, las medidas tratadas no llegaron a concretarse, ya que, en 2020, Minera Escondida anunció que cesaba su extracción de agua –con fines productivos– desde los acuíferos del salar de Atacama (y las fuentes que los alimentan). Esta decisión pudo ser tomada gracias a que, en 2013, Escondida empezó la construcción de una planta de desalinización de agua que, para finales de 2019, le permitió disponer de 3.800 l/s de agua desalinizada de calidad industrial para sus operaciones. De este modo, se zanjaron los conflictos entre MEL y CMZ, y cesaron las preocupaciones de Albemarle y SQM. Esto no implica que en el futuro no se puedan presentar dinámicas similares en otros salares chilenos –donde pueden concurrir la producción de cobre y de litio al igual que en el salar de Atacama–, más cuando el Estado chileno ve en la minería asociada a la expansión de las energías renovables una gran oportunidad de negocio.

Ahora bien, con base en la temporalidad de los hechos, podemos decir que la planta desalinizadora de MEL no fue construida a raíz de los reclamos de otras empresas mineras. Entonces, ¿cuál fue la motivación de esta innovación tecnológica? Al respecto, las comunidades del salar de Atacama se atribuyen el hecho de que Minera Escondida tuviera que implementar un complejo de desalinización de agua de mar. Esta afirmación

nos remite al análisis de la dimensión social de la segunda contradicción, en la que los movimientos sociales son los protagonistas. Iniciando en 2007 con el proyecto Pampa Colorada y continuando en 2017 con el proyecto Monturaqui, la fuerte oposición de las poblaciones indígenas locales a estas dos propuestas de Minera Escondida, logró frenar la extracción de agua dulce que esta firma pretendía llevar a cabo en el salar de Atacama. Empleando la movilización y difusión masiva de sus demandas, en el primer caso, y recurriendo al derecho a la consulta indígena, en el segundo caso, las comunidades atacameñas obligaron al Estado chileno a desaprobado la primera iniciativa y a que la propia compañía desistiera de la segunda. A Escondida, este rechazo le representó una inversión de USD 4.000 millones para producir agua desalinizada con fines productivos, cifra que contrasta con los USD 300 millones que le hubieran significado implementar los proyectos Pampa Colorada y Monturaqui. En nuestro contexto de estudio, esta inversión es vista como una expresión de la dimensión social de la segunda contradicción.

Pero la lucha de las poblaciones del salar de Atacama no se limita al sector del cobre, sino que se extiende hasta la industria del litio. En 2013, 2014 y 2015, el Consejo de Pueblos Atacameños (colectivo que agrupa a las 18 comunidades asentadas en el salar) denunció a las empresas Albemarle y SQM por los excesos en la extracción de agua dulce y salmuera que habían efectuado durante tales años. En 2016, la propia Superintendencia del Medio Ambiente chilena (SMA) inició un proceso sancionatorio en contra de SQM, por el mismo motivo. Sin embargo, cuando estas dos mineras actualizan sus contratos de concesión con el Estado chileno, en 2016 Albemarle y en 2018 SQM, se les permite triplicar su cuota de producción de litio. Desde la perspectiva de los habitantes del salar, este incremento significa una mayor extracción de agua fresca y salmuera de un ecosistema que ya está seriamente afectado. En particular, la mayor oposición de las comunidades atacameñas se dirige a SQM, compañía que firmó su contrato de 2018 sin consultarlo previamente con éstas. A partir de entonces, las poblaciones locales se han movilizadas y, en mayor medida, han empleado una serie de recursos legales – relacionados al derecho indígena, en primera instancia, y al derecho ambiental, en segunda instancia– para impedir que esta empresa ejerza sus actividades.

En virtud de este conflicto, SQM ha reconocido que no puede realizar sus procesos sin observar los impactos que puede causar al ambiente y a las comunidades del salar. No obstante, este reconocimiento –más los USD 12 millones anuales que aproximadamente la empresa debe entregar al Consejo de Pueblos Atacameños en razón del contrato de 2018– no ha sido suficiente para cambiar la postura de la organización. Ante esta actitud,

desde 2021, SQM ha buscado establecer acuerdos individuales con las comunidades, los cuales serán financiados fuera del monto que debe entregar al Consejo. Hasta marzo de este año, la firma había suscrito tres convenios de cooperación, ofreciendo incluso su apoyo económico a iniciativas que ayuden a las poblaciones a enfrentar los impactos de la pandemia de la COVID-19. Pese a ser acogida por algunas comunidades, esta estrategia para romper el consenso tampoco ha amedrentado a los dirigentes del Consejo. De hecho, se podría decir que su objetivo se ha radicalizado, ya que ahora no se limitan a solicitar que SQM respete los derechos indígenas sobre el territorio, sino que demandan la ejecución de la sanción que la SMA le impuso en 2016, misma que podría llegar a revocar los permisos de funcionamiento de la compañía. Si bien esta revocatoria es poco probable, este conflicto social podría agudizarse por el incremento en la demanda de litio que se experimentará a raíz del despliegue de las energías renovables. De este modo, la vigencia de la disputa entre SQM y el Consejo de Pueblos Atacameños (y varios de sus miembros) es entendida como una expresión de la dimensión social de la segunda contradicción.

Considerando esta evidencia empírica, podemos concluir que en el salar de Atacama lo que no logró la dimensión material de la segunda contradicción, si lo logró la dimensión social, ya que la organización de las comunidades atacameñas empujó a las cuatro empresas mineras hacia formas más sociales de sus políticas y prácticas. Al respecto, lucen oportunas las palabras de Henryk Grossman:

Ningún sistema económico, sin importar lo debilitado que esté, colapsa por sí mismo de forma automática. Éste debe ser derrocado. El análisis teórico de las tendencias objetivas que llevan a la parálisis de un sistema sirve para descubrir sus ‘puntos débiles’ y repararlos [...] El cambio vendrá únicamente a través de la actuación de los factores subjetivos. (Grossmann 1943, 520)

Es decir, la identificación de obstáculos físicos en los procesos de producción capitalista dista de plantear una dificultad permanente al sistema, sino que más bien le permite reparar sus fallas y continuar con la acumulación. En este sentido, el factor subjetivo –es decir, las personas y su acción– es el que podría constituir la fuente de contradicción más aguda en el marco de la teoría de O’Connor. Luego, en un escenario de lucha en contra del cambio climático, que impulsa la minería como uno de los procesos necesarios para descarbonizar el sistema energético, ¿cuánto más la oposición de las poblaciones locales podrá significar un obstáculo para llegar al *capitalismo sustentable*? Para hallar una respuesta solo nos queda continuar recabando evidencia empírica.

Conclusiones

Mediante la noción de la segunda contradicción del capitalismo, James O'Connor intenta integrar la crítica ecológica y la economía política marxista. Esta teoría, que se inscribe en la corriente del ecomarxismo, plantea que el capital está llevado a socavar sus propias bases, al destruir las condiciones que sostienen su acumulación. Denominadas como *condiciones de producción*, O'Connor alude a la existencia de tres tipos de éstas: i) las condiciones físicas o externas, que aluden al estado de la naturaleza; ii) las condiciones personales, que refieren al bienestar físico y mental de los obreros; y, iii) las condiciones generales, que abordan la infraestructura y los espacios físicos que estructuran el capital. Los *capitales individuales* –condenados a la acumulación infinita so pena de perecer según las leyes coercitivas de la competencia– están llevados a destruir estas condiciones, lo cual, es un momento determinado, puede suponer un obstáculo o límite a la acumulación de capital. Según Sacher, quién ofrece una relectura de O'Connor, estos límites se expresan en dos dimensiones distintas: i) una dimensión material, que corresponde a una destrucción física de las condiciones de producción (y puede provocar crisis y conflictos intra y/o intercapitales), y ii) una dimensión social que corresponde a los obstáculos a la acumulación que representan los *nuevos movimientos sociales* que reaccionan ante dicha destrucción (y defienden a menudo sus *condiciones de vida*).

Es así como nos preguntamos: ¿en qué medida los conflictos ambientales y sociales generados por la minería asociada al crecimiento de las energías renovables llegan a ser una expresión de la segunda contradicción del capitalismo? Al respecto, se conoce que el cambio climático es causado por la acumulación excesiva de GEI en la atmósfera. Una de las principales fuentes de estos gases son los combustibles fósiles, cuyo uso intensivo y extensivo ha sostenido el desarrollo del capitalismo desde hace más de un siglo y medio. Luego, disminuir la quema de petróleo, carbón y gas como medida para reducir las emisiones de GEI podría plantear una dificultad para la continuidad del capitalismo, sistema que entonces debería encontrar otras fuentes de energía para alimentar sus procesos productivos. Durante el siglo XXI, esta condición es la que ha justificado el incremento en el apoyo económico y político a las energías renovables, al ser éstas observadas como energías bajas en carbono.

Sin embargo, en un escenario coherente con la meta climática del Acuerdo de París –mantener el aumento de la temperatura bajo los 2°C en el presente siglo, respecto a su nivel preindustrial–, las energías limpias dispararán la demanda de algunos minerales como el litio, el cobalto y el cobre. En efecto, la participación de las energías verdes dentro de la demanda total del litio se elevará del 30% en 2020 al 90% en 2040; en la del cobalto pasará del 15% en 2020 al 70% en 2040; y en la del cobre crecerá de poco más del 20% en 2020 al 45% en 2040. En términos de disponibilidad física, estos incrementos podrán ser satisfechos, ya que existe un *stock* suficiente de reservas y recursos minerales, al que se suma el aporte de la industria del reciclaje de metales. Mas, los recursos físicos no son los únicos elementos de la naturaleza de los que depende la minería, ya que los recursos hídricos también le son indispensables para su producción. Luego, en términos de la segunda contradicción, podemos decir que *dos de las condiciones naturales de producción* de la minería –identificadas en el marco del presente estudio– corresponden a la disponibilidad geológica de los minerales y de las fuentes de agua (dulce y salobre).

Dado este escenario, aterrizamos nuestro caso de estudio en Chile, país que –junto a Perú, Argentina y Brasil– tiene el *potencial* para posicionar a América del Sur como una región *proveedora* de algunos de los minerales claves en el proceso de descarbonizar al sistema energético global. En particular, destacan sus yacimientos de cobre y litio, materias primas de las que esta nación produjo el 28,5% y el 22% a nivel global, en 2020. Esta oferta ubica a Chile como el primer productor mundial de cobre y el segundo de litio (después de Australia), contando además con un 23% y un 43,8% de las reservas totales de estos minerales, respectivamente. Basados en estos datos, las autoridades chilenas han llegado a declarar que el cobre de Chile es indispensable en la transición hacia las energías renovables, y que de hecho la minería es la clave de la solución al cambio climático. En relación al litio, la industria chilena ha declarado explícitamente que sus negocios estarán atados al sector de la electromovilidad. Incluso, compañías como Volkswagen y Daimler han empezado estudios para implementar una *minería de litio sustentable* en Chile.

La minería en el salar de Atacama como expresión de la segunda contradicción

Desde la década de 1980, la minería de litio y un segmento de la minería de cobre concurren en el uso de los recursos hídricos presentes en el sur del salar de Atacama, ecosistema ubicado en la región de Antofagasta, al norte de Chile. El régimen hídrico de esta zona está caracterizado por una baja pluviosidad –menor a los 45 mm promedio anual– y una baja tasa de recarga natural –403 l/s de afluencia–, valores que contrastan

con los altos derechos de agua que el Estado chileno ha otorgado a las mineras para sus operaciones. En efecto, Minera Escondida Limitada (MEL) y Compañía Minera Zaldívar (CMZ) son las dos empresas del sector cuprífero que han contado con mayores derechos –1.400 l/s y 556,5 l/s, respectivamente– para extraer agua desde los acuíferos australes del salar. A esta extracción se suma la explotación de salmuera que SQM y Albemarle han efectuado a tasas de 1.700 l/s y 442 l/s, respectivamente. La obtención de tales volúmenes de recursos hídricos, desde la década de 2010, provoca alteraciones notables en el balance hídrico del salar. Desde mediados de la década de 2000, estos impactos han generado conflictos entre las cuatro empresas mencionadas y entre éstas y las poblaciones indígenas que habitan en los límites del salar de Atacama.

Estos conflictos son los que hemos analizado a la luz de la segunda contradicción del capitalismo. En relación a la dimensión material, el impacto de la minería de cobre sobre una de sus condiciones de producción –esta es la disponibilidad de agua dulce– devino en dos conflictos: i) entre capitales del mismo sector cuprífero, y ii) entre capitales del sector cuprífero y del sector litífero. En el primer conflicto, la disputa surgió entre dos *capitales individuales* –las empresas MEL y CMZ– cuando estos intentaron renovar sus permisos para continuar con su extracción de agua del salar. Cada compañía vio a la petición de la otra como una amenaza a la continuidad de sus actividades productivas. En el segundo conflicto, las solicitudes de MEL y CMZ generaron una alerta en la industria del litio, sobre todo en Albemarle. Esto en virtud de que la extracción de agua dulce puede alterar el nivel de extracción de la salmuera. Así, el detrimento de una de las condiciones de producción de los capitales cupríferos tenía el potencial de afectar una de las condiciones de producción de los capitales litíferos. Estas potenciales limitaciones materiales son interpretadas como una expresión de la dimensión física de la teoría de O'Connor, pese a que las disputas descritas terminaron cuando Escondida decidió emplear únicamente agua desalinizada en sus procesos productivos

En cuanto a la dimensión social, la evidencia empírica indica que los conflictos sociales surgen por: i) la explotación de agua dulce –conflicto comunidades-sector del cobre–; y, ii) la explotación de salmuera –conflicto comunidades-sector del litio–. En el primer conflicto, el pueblo atacameño se organizó exitosamente en contra de dos iniciativas de extracción de agua dulce por parte de Minera Escondida. Recurriendo a la movilización (en 2007) y al derecho a la consulta indígena (en 2017), las poblaciones locales del salar llegaron a ser un obstáculo para la continuidad productiva de la firma por dos razones: i) MEL se vio obligada a encontrar otras fuentes de agua para alimentar sus

faenas, debiendo invertir USD 4.000 millones en la construcción de un complejo de desalinización de agua de mar frente a los USD 300 millones que le hubieran significado extraer agua desde los acuíferos del salar de Atacama (y sus fuentes); y, ii) MEL se vio obligada a involucrar a las poblaciones indígenas en los procesos de aprobación de sus proyectos y a tomar con seriedad las consultas previas que actualmente son mandatorias en la legislación ambiental chilena. En este conflicto, además, se refleja que las comunidades indígenas no se oponen a la minería en sí, sino a sus políticas y prácticas.

En la oposición comunidades-sector del litio, desde 2009, las poblaciones atacameñas de forma individual y como agrupación (Consejo de Pueblos Atacameños) han denunciado los excesos que Albemarle y SQM han cometido en su extracción de agua fresca y salmuera. Por el mismo motivo, en 2016, la propia Superintendencia del Medio Ambiente chilena inició un proceso sancionatorio en contra de SQM. Sin embargo, en los últimos años, el Estado chileno autorizó que las dos empresas tripliquen sus cuotas de producción de litio, lo que significará una mayor extracción de agua fresca y salmuera del salar. Esto agudizó la oposición de las poblaciones locales, quienes demuestran un mayor rechazo hacia SQM. En efecto, las comunidades han realizado movilizaciones y, en mayor medida, han empleado una serie de recursos legales para impedir que esta empresa ejerza sus actividades. En la actualidad, incluso, se podría decir que su objetivo se ha radicalizado, ya que demandan la ejecución de la sanción de 2016, la cual podría llegar a revocar los permisos de funcionamiento de SQM. Luego, estos conflictos sociales que surgen a partir de la defensa de los recursos hídricos del salar de Atacama son interpretados como una expresión de la dimensión social de la teoría de O'Connor.

Las dinámicas sociales y ambientales que genera la minería en el salar de Atacama llegan a ser una expresión de la segunda contradicción del capitalismo en la medida que obligan a los capitales individuales hacia formas más sociales de sus políticas y prácticas. La dimensión social, antes que la material, es la que ha forzado a las empresas –en especial a Minera Escondida y SQM– a tener actitudes más favorables hacia el pueblo atacameño, no solo en el discurso sino también en la realidad objetiva. En un escenario que busca descarbonizar el sistema energético como una de las salidas al cambio climático es posible que estas manifestaciones de las dimensiones física y social de la segunda contradicción se multipliquen, más cuando el Estado chileno está dispuesto a satisfacer el crecimiento en la demanda de cobre y litio con los recursos presentes en su territorio.

Lista de referencias

- Albemarle. 2017. “Observaciones ciudadanas en el marco del artículo 29 de la Ley N° 19.300 a EIA ‘Proyecto Monturaqui’”. http://seia.sea.gob.cl/archivos/2017/08/11/fea_Observacion_Rockwood.pdf.
- . 2018. “Observaciones ciudadanas en el marco del artículo 29 de la Ley N° 19.300 a EIA ‘Continuidad Operacional Compañía Minera Zaldívar’”. http://seia.sea.gob.cl/archivos/2018/10/01/GD_22336.PDF.
- Ali, Saleem. 2014. “Social and Environmental Impact of the Rare Earth Industries”. *Resources* 3: 123-134.
- Altwater, Elmar. 2006. “¿Existe un marxismo ecológico?” En *La teoría marxista hoy. Problemas y perspectivas*, editado por Atilio Boron, Javier Amadeo y Sabrina González, 341-364. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Antofagasta Minerals. 2017. *Historia*. <https://web.minerazaldivar.cl/quienes-somos/historia/>.
- Argento, Melisa, y Florencia Puente. 2019. “Entre el boom del litio y la defensa de la vida. Salares, agua, territorios y comunidades en la región atacameña”. En *Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios*, editado por Bruno Fornillo, 173-220. Buenos Aires: El Colectivo.
- Atienza, Miguel, Marcelo Lufin, Juan Soto, y Yasna Cortés. 2015. “¿Es la Región de Antofagasta un caso exitoso de desarrollo local basado en la minería?” En *Sistemas, Coaliciones, Actores y Desarrollo Económico Territorial en Regiones Mineras*, 97-117. Ediciones Revista Mensaje.
- Babidge, Sally. 2015. “Contested value and an ethics of resources: Water, mining and indigenous people in the Atacama Desert, Chile.” *The Australian Journal of Anthropology*: 1-20.
- Babidge, Sally, Fernanda Kalazich, Manuel Prieto, y Karina Yager. 2019. “‘That’s the problem with that lake; it changes sides’: mapping extraction and ecological exhaustion in the Atacama.” *Journal of Political Ecology* 26: 738-760.
- Baer, Hans. 2012. “Global capitalism and climate change”. En *Handbook on International Political Economy*, editado por Ralph Pettman, 395-414.

- Balcázar, Ramón. 2018. *Fin del conflicto CORFO y SQM ¿Y el salar de Atacama?*
<https://www.mapuexpress.org/2018/01/31/el-levantamiento-en-atacama-contra-el-acuerdo-corfo-y-soquimich/>.
- Banco Mundial. 2017. “The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future”. Washington.
- . 2020. “Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition”. Washington.
- . 2021. *Emisiones de CO2 (kt)*.
<https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT>.
- Bárcena, Alicia. 2018. “Estado de situación de la minería en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades para un desarrollo más sostenible”. *Presentación para la IX Conferencia de Ministerios de Minería de las Américas*. Lima.
- Barría, Jessica. 2019. “La consulta indígena en la institucionalidad ambiental de Chile: Consecuencias para la minería y las comunidades indígenas Collas de la Región de Atacama”. *Investigaciones Geográficas*, n° 57: 76-93.
- Bazilian, Morgan. 2018. “The mineral foundation of the energy transition”. *The Extractive Industries and Society*: 1-5.
- Benton, Ted. 1989. “Marxism and Natural Limits: An Ecological Critique and Reconstruction”. *New Left Review*: 51-86.
- BHP. 2018. “Informe de Sustentabilidad 2017: Minera Escondida Pampa Norte”. Antofagasta.
- . 2019. “Informe de Sustentabilidad 2018: Minera Escondida Pampa Norte”. Antofagasta.
- . 2020a. *Escondida pone fin a la extracción de agua de acuíferos altoandinos*.
<https://www.bhp.com/espanol/enfoque/noticias/2020/02/escondida-pone-fin-a-la-extraccion-de-agua-de-acuiferos-altoandinos>.
- . 2020b. “Informe de Sustentabilidad 2019: Minera Escondida Pampa Norte”.
- . 2021a. *Escondida*. <https://www.bhp.com/what-we-do/global-locations/chile/escondida>.
- . 2021b. “Informe de Sustentabilidad 2020: Minera Escondida Pampa Norte”.
- BNamericas. 2015. *Primer plano: el mayor proyecto de desalinización de Chile*.
<https://www.bnamericas.com/es/noticias/primer-plano-el-mayor-proyecto-de-desalinizacion-de-chile>.

- Boddenberg, Sophia. 2020. *Chile: Explotación de litio deja sin agua a pobladores*.
<https://www.dw.com/es/chile-explotaci%C3%B3n-de-litio-deja-sin-agua-a-pobladores/a-52165228>.
- Bolados, Paola. 2014. “Los conflictos etnoambientales de ‘Pampa Colorada’ y ‘El Tatio’ en el salar de Atacama, norte de Chile. Procesos étnicos en un contexto minero y turístico transnacional”. *Estudios Atacameños*, n° 48: 229-248.
- Bolados, Paola, y Sally Babidge. 2017. “Ritualidad y extractivismo. La limpia de canales y las disputas por el agua en el salar de Atacama - norte de Chile”. *Estudios Atacameños*, n° 54: 201-216.
- Campanini, Jorge. 2021. “Los devenires del litio en Bolivia”. En *Salares Andino: Ecología de saberes por la protección de nuestros salares y humedales*, editado por Ramón Morales, 210-218. San Pedro de Atacama: Fundacion Tanti.
- Capellán Pérez, Iñigo, y Carlos de Castro. 2019. “Transición a energías renovables y demanda de minerales”. *Revista Ecológica*, n° 102.
- Carrere, Michelle. 2021. *Ola de indignación en Chile tras aprobación del proyecto minero y portuario Dominga*. <https://es.mongabay.com/2021/08/ola-de-indignacion-en-chile-proyecto-minero-y-portuario-dominga/>.
- Castree, Noel. 2000. “Marxism and the Production of Nature”. *Capital & Class*: 5-36.
- CEPAL. 2018. “Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe: Las tensiones comerciales exigen una mayor integración regional”.
- . 2020. *La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos*. Editado por Mauricio León, Cristina Muñoz y Jeannette Sánchez.
- . 2021. *Cambios en la demanda de minerales: Análisis de los mercados del cobre y el litio, y sus implicaciones para los países de la región andina*.
- CGTN Noticias. 2018. *Chile planea exportar más cobre y litio a China para la industria de los vehículos eléctricos*.
<https://www.youtube.com/watch?v=UFCmSkQno68&list=WL&index=4>.
- Church, Clare, y Alec Crawford. 2020. “Minerals and the Metals for the Energy Transition: Exploring the Conflict Implications for Mineral-Rich, Fragile States”. En *The Geopolitics of the Global Energy Transition* editado por Manfred Hafner y Simone Tagliapietra. 279-304.
- CMNUCC. 2021. “Contribuciones determinadas a nivel nacional presentadas en virtud del Acuerdo de París. Informe de síntesis de la Secretaría”.
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08S.pdf

- CMZ. 2017. “Observaciones al Estudio de Impacto Ambiental del ‘Proyecto Monturaqui’”. http://seia.sea.gob.cl/archivos/2017/10/16/fe1_Observacion_Ciudadana_CMZ_Proyecto_Monturaqui.pdf.
- COCHILCO. 2020. “Producción Minera”. <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Bases%20de%20Datos/Producci%C3%B3n-Minera.aspx>.
- Consejo de Pueblos Atacameños. 2018. *Consejo de Pueblos Atacameños presentó recurso de apelación a Corte Suprema por caso SQM-CORFO*. <http://www.lickanantay.com/#!/noticias/>.
- . 2019. *Consejo de Pueblos Atacameños jugó últimas cartas contra acuerdo Corfo-SQM en la Corte Suprema*. <http://www.lickanantay.com/#!/noticias/>.
- . 2020a. *Comunidad de Peine celebra cierre de pozos de extracción de agua dulce de Minera Escondida en acuífero de Monturaqui*. <http://www.lickanantay.com/#!/noticias/>.
- . 2020b. *Minera Escondida cerró sus faenas en acuífero de Monturaqui*. <http://www.lickanantay.com/#!/noticias/>.
- CORFO. 1950. *Geografía Económica de Chile Tomo I*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria.
- Crist, Eileen. 2007. “Beyond the climate crisis: a critique of climate change discourse”. *Telos*: 29-55.
- Diario Constitucional. 2019. *CS confirma sentencia que rechazó protecciones contra CORFO y SQM al estimar que no se requiere cautela urgente*. <https://www.diarioconstitucional.cl/2019/04/27/cs-confirma-sentencia-que-rechazo-protecciones-contra-corfo-y-sqm-al-estimar-que-no-se-requiere-cautela-urgente/>.
- Elpuelche. 2018. *San Pedro de Atacama: Comunidades Lickanantay se levantan contra convenio CORFO SQM*. <https://radiokurruf.wordpress.com/2018/02/01/san-pedro-de-atacama-comunidades-lickanantay-se-levantan-contra-convenio-corfo-sqm/>.
- Environmental Justice Atlas. 2020. *Extracción de agua en Pampa Colorada para la minera Escondida, Chile*. <https://ejatlas.org/conflict/pampa-colorada-de-la-minera-de-cobre-escondida-chile>.
- Figuroa, Natalia. 2018. *Atacameños (Lickanantay) iniciaron huelga de hambre exigiendo anular acuerdo entre CORFO Y SQM*. <https://www.mapuexpress.org/>

- 2018/01/31/atacamenos-lickanantay-iniciaron-huelga-de-hambre-exigiendo-anular-acuerdo-entre-corfo-y-sqm/.
- Fornillo, Bruno. 2018. “La energía del litio en Argentina y Bolivia: comunidad, extractivismo y posdesarrollo”. *Colombia Internacional*, 179-201.
- Foster, John Bellamy. 2000. *La Ecología de Marx. Materialismo y Naturaleza*. España.
- Gallardo, Susana. 2011. “Extracción de litio en el norte argentino”. *EXACTAMENTE*, n° 48: 26-29.
- Ghorbani, Yousef, y Seng How Kuan. 2016. “A review of sustainable development in the Chilean mining sector: past, present and future”. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*: 1-29.
- GIZ. 2017. “Sectoral implementation of nationally determined contributions (NDCs). Energy supply”.
- Glave, Manuel, y Juana Kuramoto. 2007. “La minería Peruana: Lo que sabemos y lo que aún nos falta saber”. En *Investigación, políticas y desarrollo en el Perú*, 135-181. Lima: Remanso Ediciones.
- Grandell, Leena, Antti Lehtilä, Mari Kivinen, Tiina Koljonen, Sussana Kihlman, y Laura Lauri. 2016. “Role of critical metals in the future markets of clean energy technologies”. *Renewable Energy*: 53-62.
- Grossmann, Henryk. 1943. “The Evolutionist Revolt against Classical Economics”. *Journal of Political Economy* 51, n° 6: 519-521.
- Harvey, David. 2014. *Seventeen contradictions and the end of capitalism*.
- Huber, Matthew. 2008. “Energizing historical materialism: Fossil fuels, space and the capitalist mode of production”. *Geoforum*: 105-115.
- IEA. 2021a. *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. IEA Publications, 2021a.
- . 2021b. *The role of critical minerals in clean energy*. IEA Publications.
- INE. 2020. “Encuesta Nacional de Empleo”. Santiago de Chile.
- Lagos, Gustavo, y David Peters. 2010. “El sector minero en Sudamérica”. Working Paper No. 10.
- Månberger, André, y Björn Stenqvist. 2018. “Global metal flows in the renewable energy transition: Exploring the effects of substitutes, technological mix and development”. *Energy Policy*, 119: 226-241.
- Marchegiani, Pía. 2021. “El momento del litio: es tiempo de hacerse las preguntas adecuadas”. En *Salares andinos: Ecología de saberes para la protección de*

- nuestros salares y humedales*, editado por Ramón Morales, 96-103. San Pedro de Atacama: Fundación Tanti.
- Mariyani-Squire, Edward. 2000. "Natural Causes, Uncertain Consequences? Some critical comments on James O'Connor Ecological Marxism". *Journal of Australian Political Economy*, n° 45: 100-122.
- Martínez Alier, Joan, y Jordi Roca Jusmet. 2013. *Economía ecológica y política ambiental*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Marx, Karl. 1967. *Theories of surplus value*. Nueva York: International Publishers.
- . 1975. *El Capital. Crítica de la Economía Política. Libro Primero. El proceso de producción del capital*. Primera. Editado por Pedro Scaron. Traducido por Pedro Scaron. México: Siglo XXI.
- McCarthy, James. 2015. "A socioecological fix to capitalist crisis and climate change? The possibilities and limits of renewable energy". *Environment and Planning*, 2485-2502.
- McLellan, Benjamin, Eiji Yamasue, Tetsuo Tezuka, Glen Corder, Artem Golev, y Damien Giurco. 2016. "Critical Minerals and Energy—Impacts and Limitations of Moving to Unconventional Resources". *Resources* 5, n° 19: 1-40.
- Mendoza, Emma, y Vadim Pérez. 2010. "Energías renovables y movimientos sociales en América Latina". *Estudios Internacionales*, 109-128.
- Minera Escondida. 2008. "Reporte de Sustentabilidad 2007".
- . 2011. "Informe de Sustentabilidad 2010".
- . 2014. "Informe de Sustentabilidad 2013".
- . 2017. "Resumen ejecutivo Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Monturaqui". http://seia.sea.gob.cl/archivos/2017/06/07/Resumen_Ejecutivo_Rev_0.pdf.
- . 2018. "Observaciones Proyecto Continuidad Operacional Compañía Minera Zaldívar". http://seia.sea.gob.cl/archivos/2018/10/01/GD_22577.PDF.
- Minería Chilena. 2007. *Atacameños instalan banderas negras por reclamo a proyecto minero*. <https://www.mch.cl/2007/04/17/1350-atacamenos-instalan-banderas-negras-por-reclamo-a-proyecto-minero/>.
- . 2017. *Acuerdo Corfo-Rockwood: Luz verde para una mayor explotación de litio*. <https://www.mch.cl/reportajes/acuerdo-corfo-rockwood-luz-verde-una-mayor-explotacion-litio/#>.

- . 2018. *Los detalles del acuerdo Corfo-SQM*. <https://www.mch.cl/reportajes/los-detalles-del-acuerdo-corfo-sqm/#>.
- . 2019. *Zaldivar reitera decisión de no aumentar su tasa de extracción de agua, equivalente a 212,75 lt/seg*. <https://www.mch.cl/2019/06/25/zaldivar-reitera-decision-de-no-aumentar-su-tasa-de-extraccion-de-agua-actual-equivalente-a-21275-ltseg/>.
- . 2020. *Pueblos originarios: el dolor de cabeza de SQM*. <https://www.mch.cl/2020/02/17/pueblos-originarios-el-dolor-de-cabeza-de-sqm/>.
- . 2021. *Biministro Jobet: 'La minería está en el corazón de la solución al problema del cambio climático'*. <https://www.mch.cl/2021/07/29/biministro-jobet-la-mineria-esta-en-el-corazon-de-la-solucion-al-problema-del-cambio-climatico/#>.
- Moore, Jason. 2015. "Nature in the limits to capital (and vice versa)". *Radical Philosophy*, n° 193: 9-19.
- Morales, Héctor, y Rodrigo Azócar. 2019. "Crónica analítica de un triunfo etnoambiental en el Salar Atacama: Pampa Colorada". *Revista Chilena de Antropología* 39: 38-57.
- Mudd, Gavin. 2010. "Global trends and environmental issues in nickel mining: Sulfides versus laterites". *Ore Geology Reviews* 38: 9-26.
- Muñoz, Jorge Antonio. 2021. "Testimonio de mi retorno al campo y la lucha por la defensa del Salar de Atacama". En *Salares Andinos: Ecología de saberes por la protección de nuestros salares y humedales*, editado por Ramón Morales, 25-33. San Pedro de Atacama: Fundación Tantí.
- Ngosa, Kingsley, y Rajen Naidoo. 2016. "The risk of pulmonary tuberculosis in underground copper miners in Zambia exposed to respirable silica: a cross-sectional study". *BMC Public Health* 16, n° 1.
- Norgate, Terry, y Nawshad Haque. 2010. "Energy and greenhouse gas impacts of mining and mineral processing operations". *Journal of Cleaner Production* 18, n° 3: 266-274.
- OCMAL. 2018. *Pampa Colorada: Intento de mayor extracción de aguas por minera Escondida*. <https://www.ocmal.org/pampa-colorada-intento-de-mayor-extraccion-de-aguas-por-minera-escondida/>.
- . 2020. *Conflicto Minero: Explotaciones del litio amenazan el Salar de Atacama*. https://mapa.conflictosmineros.net/ocmal_db-v2/conflicto/view/967.

- . 2021. *Conflictos Mineros en América Latina*. https://mapa.conflictosmineros.net/ocmal_db-v2/conflicto.
- O'Connor, James. 1991. "Las condiciones de producción. Por un marxismo ecológico, una introducción teórica". *Ecología Política*: 113-130.
- . 2001. *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*. México DF: Siglo XXI.
- OLCA. 2018. *Minera Escondida busca ampliar cuota de extracción de agua hasta 2030 en el Salar de Atacama, pese a protestas de originarios*. <http://olca.cl/articulo/nota.php?id=107454>.
- OPSAL. 2019. *Sobre nosotros*. <https://observatoriosalares.wordpress.com/#>.
- Palacios, José-Luis, Guiomar Calvo, Alicia Valero, Antonio Valero, y Abel Ortego. 2018. "El rol de la minería de América Latina en una sociedad descarbonizada". *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global* 143: 109-117.
- Pérez-Cueto, Constanza. 2018a. *El agua del salar de Atacama enfrenta a Minera Escondida con el grupo Luksic*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/agua-del-salar-atacama-enfrenta-minera-escondida-grupo-luksic/397204/>.
- . 2018b. *SEA toma cartas en pugna por el agua del Salar de Atacama entre Escondida y el grupo Luksic*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/sea-toma-cartas-pugna-agua-del-salar-atacama-escondida-grupo-luksic/460103/>.
- . 2018c. *SQM anticipa que presentará plan de inversiones "muy agresivo" para 2019*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/sqm-anticipa-presentara-plan-inversiones-agresivo-2019/419261/>.
- . 2019a. *Albemar alerta por solicitudes de BHP y grupo Luksic para extraer agua del Salar de Atacama*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/albemar-alerta-solicitudes-bhp-grupo-luksic-extraer-agua-del-salar-atacama/657612/>.
- . 2019b. *BHP y minera de Luksic avanzan en acuerdos para Escondida y Zaldívar*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/bhp-minera-luksic-avanzan-acuerdos-escondida-zaldivar/581000/>.
- Poveda, Rafael. 2020. *Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Primer Tribunal Ambiental. 2019. *Primer Tribunal Ambiental acoge reclamación de comunidades Atacameñas por SQM Salar*. <https://www.1ta.cl/primer-tribunal-ambiental-acoge-reclamacion-de-comunidades-atacamenas-por-sqm-salar/>.

- Reuters. 2021. *La lucha del gigante del litio SQM por ganarse a las comunidades indígenas chilenas*. <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/multilatinas/la-lucha-del-gigante-del-litio-sqm-por-ganarse-las-comunidades>.
- Romeo, Gustavo. 2019. “Riesgo ambiental e incertidumbre en la producción del litio en salares de Argentina, Bolivia y Chile”. En *Litio en Sudamérica: geopolítica, energía y territorios*, editado por Bruno Fornillo, 223-260. Buenos Aires: El Colectivo.
- Romero Toledo, Hugo. 2019. “Extractivismo en Chile: la producción del territorio minero y las luchas del pueblo aimara en el Norte Grande”. *Colombia Internacional*: 3-30.
- Rosewarne, Stuart. 1997. “Marxism, the second contradiction, and the socialist ecology”. *Capitalism Nature Socialism* 8, n° 2: 99-120.
- Sacher, William. 2015. “La ‘fractura metabólica’ de John Bellamy Foster: ¿Qué aportes para una teoría ecomarxista?” *Actuel Marx Intervenciones*, n° 19: 33-60.
- . 2019a. “Naturalismo moderno y corrientes del ecologismo”. *Ecología Política*: 10-18.
- . 2019b. “Segunda contradicción del capitalismo y megaminería: reflexiones teóricas y empíricas a partir del caso argentino”. Disertación doctoral - FLACSO Ecuador, Quito.
- San Juan, Patricia. 2018. *Corfo pide a la Corte Suprema rechazar recurso de Consejo de Pueblos Atacameños contra acuerdo con SQM*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/corfo-pide-la-corte-suprema-rechazar-recurso-consejo-pueblos-atacamenos-acuerdo-sqm/373972/>.
- . 2019. *Mineras Zaldívar y Escondida analizar homologar modelos para permisos de extracción en el Salar de Atacama*. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/mineras-zaldivar-escondida-analizan-usar-modelo-permisos-ambientales-extraccion-agua-salar-atacama/715427/>.
- Schmidt, Alfred. 1977. *El concepto de naturaleza en Marx*. Traducido por Julia Ferrari y Eduardo Prieto. Madrid: Siglo XXI.
- Shaikh, Anwar. 1978. “An introduction to the history of crisis theories”. *US capitalism in crisis* (URPE Monthly Review): 219-241.
- Snowdon, Nick. 2021. Entrevista de Allison Nathan. “Copper is the New Oil”. *Exchanges at Goldman Sachs*.

- Sociedad Nacional de Minería. 2017. “Mapa minero de Chile”.
<https://www.sonami.cl/v2/centro-de-documentacion/mapa-minero-impreso/>.
- Solón, Pablo. 2021. *Límites del litio en Bolivia*. Producido por Revista Soberanía Alimentaria, Biodiversidad y Culturas. <https://www.youtube.com/watch?v=Im-N1zJHuuE&t=7035s>.
- Spence, Martin. 2000. “Capital against Nature. James O'Connor's theory of the second contradiction of capitalism”. *Capital & Class*: 81-109.
- Sun, Qingshan, y otros. 2015. “Arsenic exposure levels in relation to different working departments in a copper mining and smelting plant”. *Atmospheric Environment* 118: 1-6.
- Svampa, Maristella. 2019. *Las fronteras del neoextractivismo en América Latina*. Buenos Aires: UNSAM Edita.
- Turiel, Antonio. 2020. *Petrocalipsis: crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar*. Madrid: Alfabeto Editorial S.L.
- UNEP. 2020. *Gobiernos del mundo deben reducir la producción de combustibles fósiles 6% anual para evitar un calentamiento catastrófico*.
<https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/gobiernos-del-mundo-deben-reducir-la-produccion-de>.
- USGS. 2019. “Mineral commodity summaries 2019”.
- . 2021. “Mineral commodity summaries 2021”.
- Villavicencio, Arturo, entrevista de Lorena Cobacango Reyes. 2022. *Defensa de Tesis: Cambio climático, energías renovables y minería: una lectura desde el ecomarxismo*.
- Watari, Takuma, Benjamin McLellan, Damien Giurco, Elsa Dominish, Eiji Yamasue, y Keisuke Nansai. 2019. “Total material requirement for the global energy transition to 2050: A focus on transport and electricity”. *Resources, Conservation & Recycling*: 91-103.
- Watari, Takuma, Benjamin McLellan, Damien Giurco, Elsa Dominish, y Tetsuo Tezuka. 2020. “Environmental impacts and demand-supply balance of minerals for the transition to a low-carbon energy system”. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy* 9, n° 1: 189-197.
- Weber, Max. 1979. *El político y el científico*. 5ta. Madrid: Alianza Editorial.

Anexos

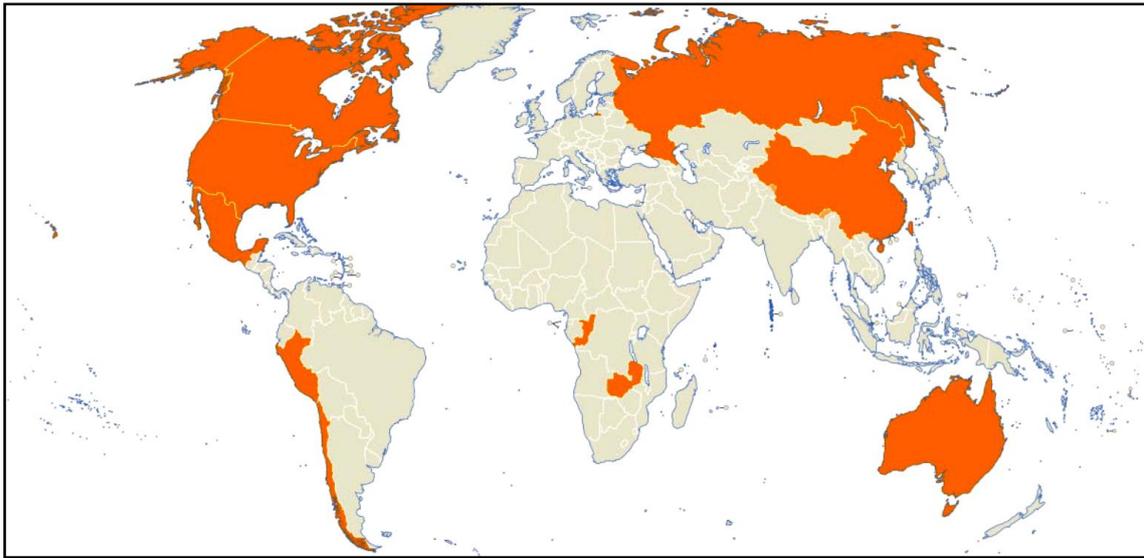
Anexo 1: Minerales necesarios para varias tecnologías de energía limpia

	Cu	Co	Ni	Li	Tierras raras	Cr	Zn	Al
Solar fotovoltaica	A	B	B	B	B	B	B	A
Eólica	A	B	M	B	A	M	A	M
Hídrica	M	B	B	B	B	M	M	M
Solar por concentración	M	B	M	B	B	A	M	A
Bioenergía	A	B	B	B	B	B	M	M
Geotérmica	B	B	A	B	B	A	B	B
Nuclear	M	B	M	B	B	M	B	B
Redes Eléctricas	A	B	B	B	B	B	B	A
Electromovilidad y baterías	A	A	A	A	A	B	B	A

Fuente: (IEA 2021b, 45).

(A = alta, M = moderada, B = baja)

Anexo 2: Reservas y producción mundial de cobre en 2015 y 2020



Producción y reservas globales de cobre a 2015

Fuente: (Banco Mundial 2017, 36)

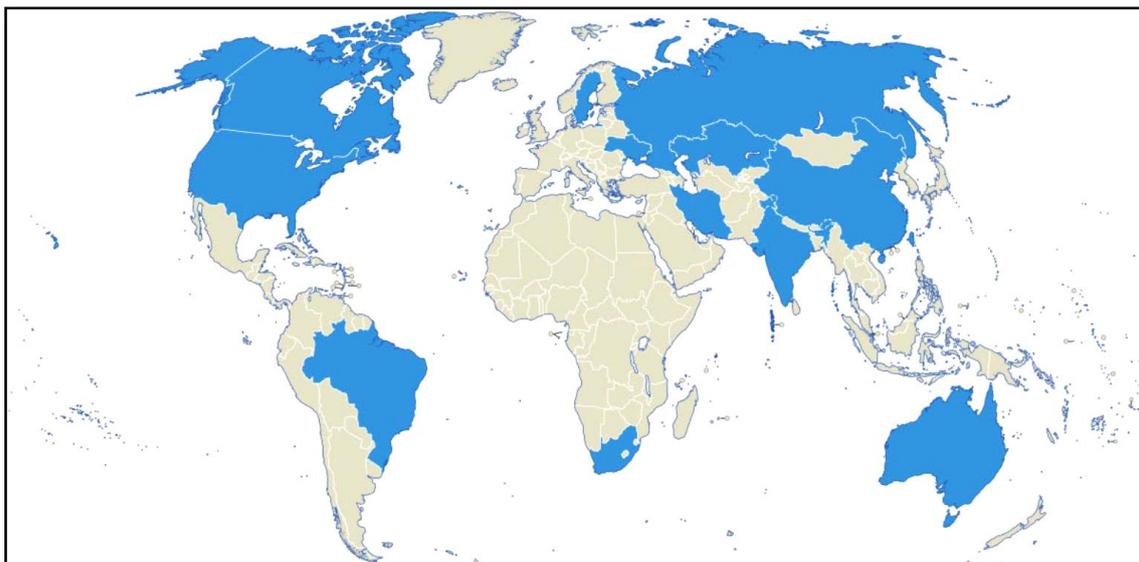
Producción y reservas mundiales de cobre a 2020 (en miles de tm)

	Producción minera		Reservas*
	2019	2020	
Estados Unidos	1.260	1.200	48.000
Australia	934	870	88.000
Canadá	573	570	9.000
Chile	5.790	5.700	200.000
China	1.680	1.700	26.000
Congo (Kinshasa)	1.290	1.300	19.000
Alemania	---	---	2.000
Kazajistán	562	580	20.000
México	715	690	53.000
Perú	2.460	2.200	92.000
Polonia	399	400	32.000
Rusia	801	850	61.000
Zambia	797	830	21.000
Otros países	3.100	3.300	200.000
Total global (redondeado)	20.400	20.000	870.000

Fuente: (USGS 2021, 53)

* Un estudio del USGS de 2015 indica que los recursos identificados de cobre, a nivel global, contienen 2.100 millones de toneladas de cobre, y los recursos no descubiertos contendrían un estimado de 3.500 millones de toneladas.

Anexo 3: Reservas y producción mundial de mineral de hierro en 2015 y 2020



Producción y reservas globales de mineral de hierro a 2015

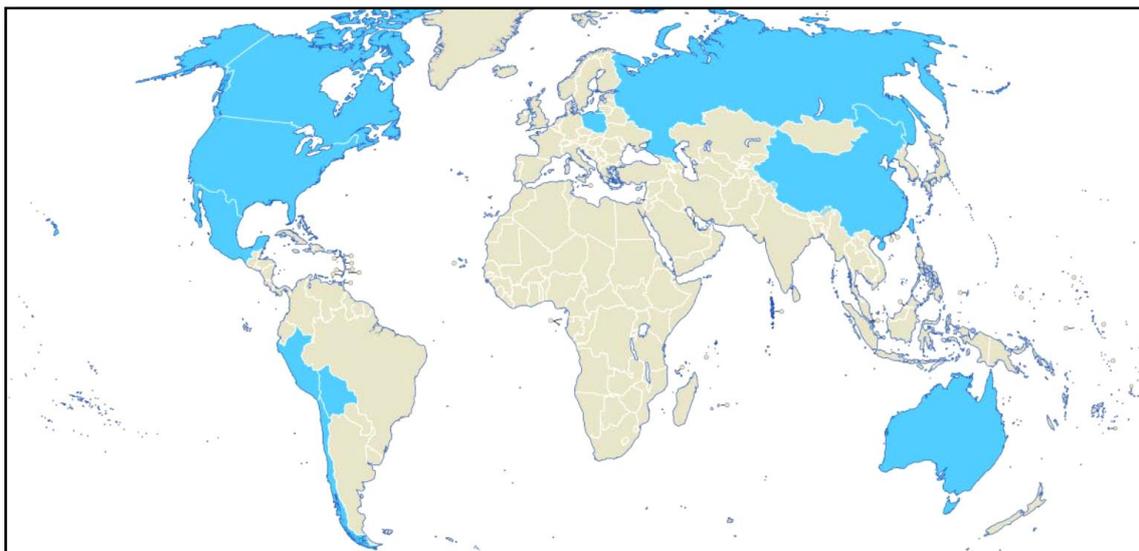
Fuente: (Banco Mundial 2017, 40)

Producción y reservas mundiales de mineral de hierro a 2020 (en miles de tm)

	Producción minera		Reservas* (millones de tm)
	2019	2020	
Estados Unidos	29.800	24.000	1.000
Australia	569.000	560.000	24.000
Brasil	258.000	252.000	15.000
Canadá	35.200	34.000	2.300
Chile	8.430	8.000	ND
China	219.000	210.000	6.900
India	148.000	140.000	3.400
Irán	21.700	21.000	1.500
Kazajistán	6.150	5.900	900
Perú	10.100	10.000	1.500
Rusia	64.300	63.000	14.000
Sudáfrica	41.200	40.000	640
Suecia	22.100	22.000	600
Turquía	9.110	8.900	ND
Ucrania	39.500	39.000	2.300
Otros países	39.000	43.000	9.500
Total global (redondeado)	1.520.000	1.500.000	84.000

Fuente: (USGS 2021, 89)

* Se estima que los recursos mundiales son mayores a 800.000 millones de toneladas de mineral crudo que contendría más de 230.000 millones de toneladas de hierro.

Anexo 4: Reservas y producción mundial de plata en 2015 y 2020

Producción y reservas globales de plata a 2015

Fuente: (Banco Mundial 2017, 53)

Producción y reservas mundiales de plata a 2020 (en tm)

	Producción minera		Reservas
	2019	2020	
Estados Unidos	977	1.000	26.000
Argentina	1.080	1.000	ND
Australia	1.330	1.300	88.000
Bolivia	1.160	1.100	22.000
Chile	1.350	1.300	26.000
China	3.440	3.200	41.000
México	5.920	5.600	37.000
Perú	3.860	3.400	91.000
Polonia	1.470	1.300	70.000
Rusia	2.000	1.800	45.000
Otros países	3.920	3.500	57.000
Total global (redondeado)	26.500	25.000	500.000

Fuente: (USGS 2021, 151)

Anexo 5: Reservas y producción mundial de litio en 2015 y 2020



Producción y reservas globales de litio a 2015

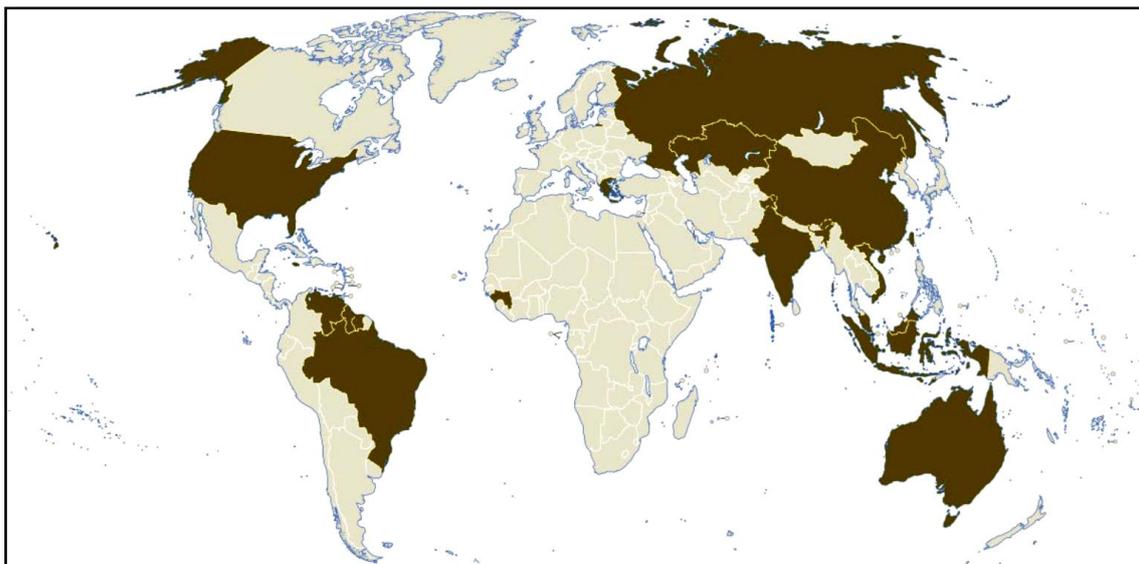
Fuente: (Banco Mundial 2017, 43)

Producción y reservas mundiales de litio a 2020 (en tm)

	Producción minera		Reservas*
	2019	2020	
Estados Unidos	W	W	750.000
Argentina	6.300	6.200	1.900.000
Australia	45.000	40.000	4.700.000
Brasil	2.400	1.900	95.000
Canadá	200	---	530.000
Chile	19.300	18.000	9.200.000
China	10.800	14.000	1.500.000
Portugal	900	900	60.000
Zimbabue	1.200	1.200	220.000
Otros países	---	---	2.100.000
Total global (redondeado)	86.000	82.000	21.000.000

Fuente: (USGS 2021, 99)

* Debido a la continua exploración a nivel mundial, los recursos identificados de litio han incrementado sustancialmente hasta alcanzar un total de 86 millones de toneladas. De éstas, Bolivia posee 21 millones, Argentina 19,3 millones, y Chile 9,6 millones, es decir, estos tres países sudamericanos concentran el 58% de los recursos.

Anexo 6: Reservas y producción mundial de bauxita (aluminio) en 2015 y 2020

Producción y reservas globales de bauxita a 2015

Fuente: (Banco Mundial 2017, 31)

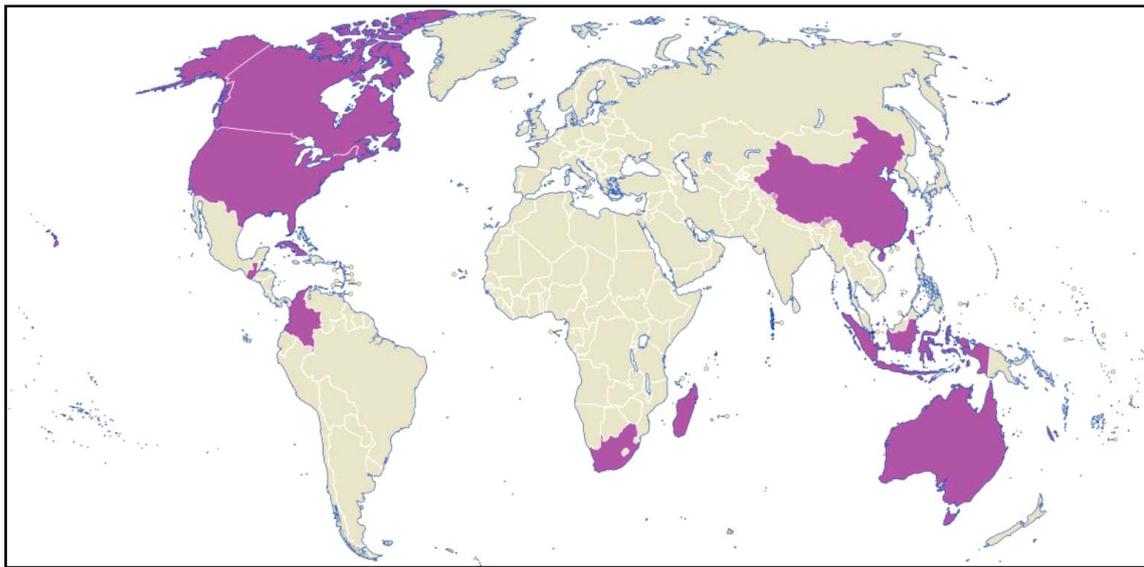
Producción y reservas mundiales de bauxita a 2020 (en miles de tm)

	Producción minera		Reservas*
	2019	2020	
Estados Unidos	W	W	20.000
Australia	105.000	110.000	5.100.000
Brasil	34.000	35.000	2.700.000
China	70.000	60.000	1.000.000
Guinea	67.000	82.000	7.400.000
India	23.000	22.000	660.000
Indonesia	17.000	23.000	1.200.000
Jamaica	9.020	7.700	2.000.000
Kazajistán	5.800	5.800	160.000
Malasia	900	500	170.000
Rusia	5.570	6.100	500.000
Arabia Saudita	4.050	4.000	190.000
Vietnam	4.000	4.000	3.700.000
Otros países	12.000	11.000	4.900.000
Total global (redondeado)	358.000	371.000	30.000.000

Fuente: (USGS 2021, 31)

* Se estima que los recursos globales de bauxita oscilan entre las 55.000 y 75.000 millones de toneladas.

Anexo 7: Reservas y producción mundial de níquel en 2015 y 2020



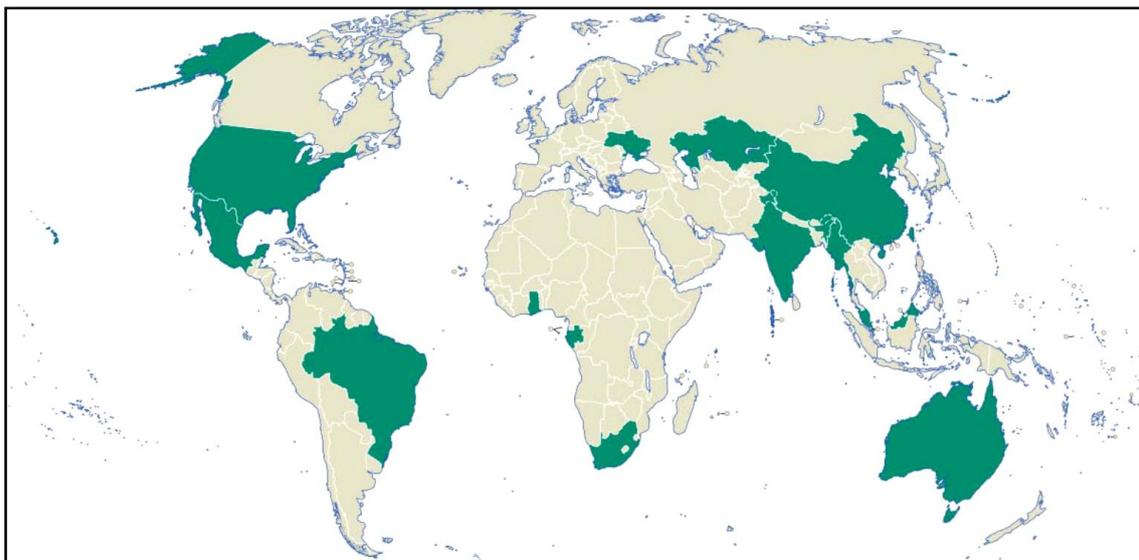
Producción y reservas globales de níquel a 2015

Fuente: (Banco Mundial 2017, 47)

Producción y reservas mundiales de níquel a 2020 (en tm)

	Producción minera		Reservas
	2019	2020	
Estados Unidos	13.500	16.000	100.000
Australia	159.000	170.000	20.000.000
Brasil	60.600	73.000	16.000.000
Canadá	181.000	150.000	2.800.000
China	120.000	120.000	2.800.000
Cuba	49.200	49.000	5.500.000
República Dominicana	56.900	47.000	ND
Indonesia	853.000	760.000	21.000.000
Nueva Caledonia	208.000	200.000	ND
Filipinas	323.000	320.000	4.800.000
Rusia	279.000	280.000	6.900.000
Otros países	310.000	290.000	14.000.000
Total global (redondeado)	2.610.000	2.500.000	94.000.000

Fuente: (USGS 2021, 113)

Anexo 8: Reservas y producción mundial de manganeso en 2015 y 2020

Producción y reservas globales de manganeso a 2015

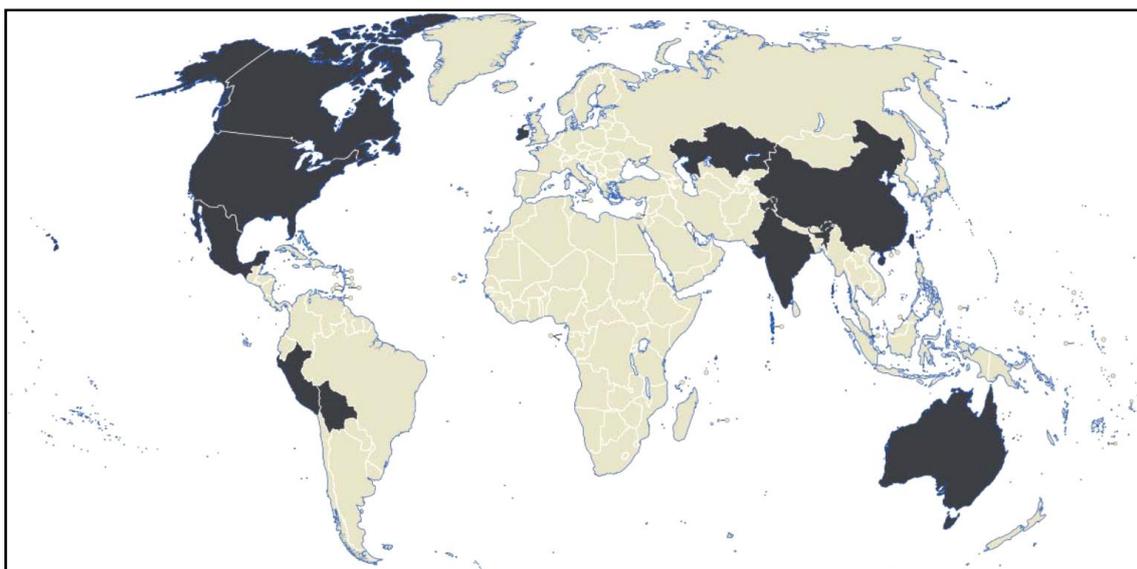
Fuente: (Banco Mundial 2017, 44)

Producción y reservas mundiales de manganeso a 2020 (en miles de tm)

	Producción minera		Reservas
	2019	2020	
Australia	3.180	3.300	230.000
Brasil	1.740	1.200	270.000
Birmania	430	400	ND
China	1.330	1.300	54.000
Costa de Marfil	482	460	ND
Gabón	2.510	2.800	61.000
Georgia	116	150	ND
Ghana	1.550	1.400	13.000
India	801	640	34.000
Kazajistán (concentrado)	140	130	5.000
Malasia	390	350	ND
México	202	190	5.000
Sudáfrica	5.800	5.200	520.000
Ucrania	500	550	140.000
Vietnam (concentrado)	158	150	ND
Otros países	270	270	Pequeña
Total global (redondeado)	19.600	18.500	1.300.000

Fuente: (USGS 2021, 105)

Anexo 9: Reservas y producción mundial de zinc en 2015 y 2020



Producción y reservas globales de zinc a 2015

Fuente: (Banco Mundial 2017, 56)

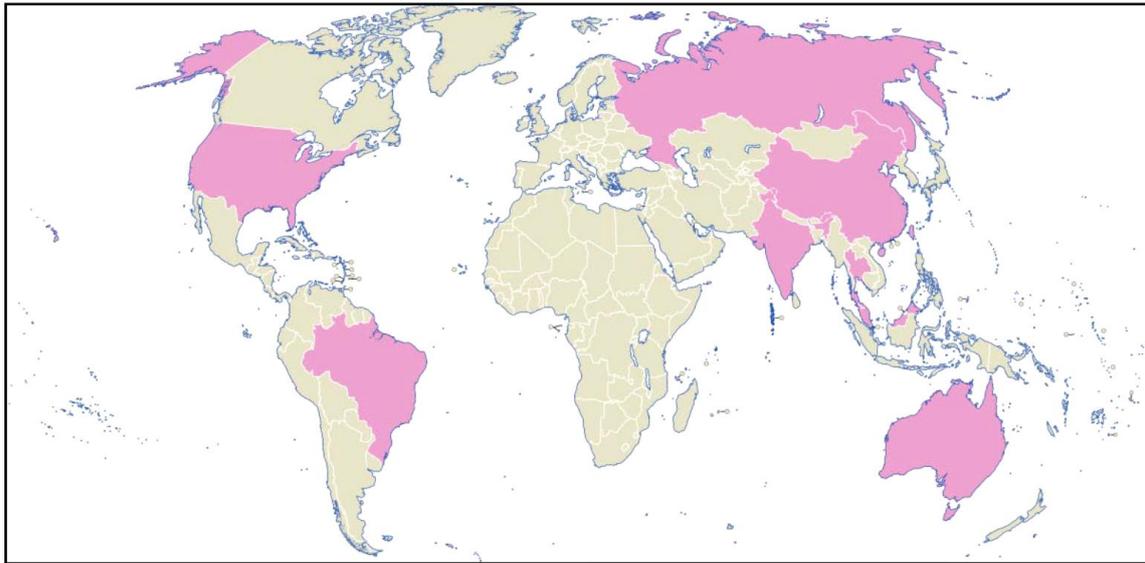
Producción y reservas mundiales de zinc a 2020 (en miles de tm)

	Producción minera		Reservas*
	2019	2020	
Estados Unidos	753	670	11.000
Australia	1.330	1.400	68.000
Bolivia	520	330	4.800
Canadá	336	280	2.300
China	4.210	4.200	44.000
India	720	720	10.000
Kazajistán	304	300	12.000
México	677	600	22.000
Perú	1.400	1.200	20.000
Rusia	260	260	22.000
Suecia	245	220	3.600
Otros países	1.950	2.000	34.000
Total global (redondeado)	12.700	12.000	250.000

Fuente: (USGS 2021, 191)

* Los recursos de zinc identificados a nivel mundial son cercanos a las 1.900 millones de toneladas.

Anexo 10: Reservas y producción mundial de tierras raras en 2015 y 2020



Producción y reservas globales de tierras raras a 2015

Fuente: (Banco Mundial 2017, 50)

Producción y reservas mundiales de tierras raras a 2020 (en tm de óxido de tierras raras)

	Producción minera		Reservas*
	2019	2020	
Estados Unidos	28.000	38.000	1.500.000
Australia	20.000	17.000	4.100.000
Brasil	710	1.000	21.000.000
Birmania	25.000	30.000	ND
Burundi	200	500	ND
Canadá	---	---	830.000
China	132.000	140.000	44.000.000
Groenlandia	---	---	1.500.000
India	2.900	3.000	6.900.000
Madagascar	4.000	8.000	ND
Rusia	2.700	2.700	12.000.000
Sudáfrica	---	---	790.000
Tanzania	---	---	890.000
Tailandia	1.900	2.000	ND
Vietnam	1.300	1.000	22.000.000
Otros países	66	100	310.000
Total global (redondeado)	220.000	240.000	120.000.000

Fuente: (USGS 2021, 133)

* Las tierras raras son relativamente abundantes en la corteza terrestre, pero las concentraciones que se pueden minar son menos comunes que las de otros minerales.