

SERIE

RECURSOS NATURALES
Y DESARROLLO

227

El litio, un recurso estratégico

Gobernanza, redes globales
de producción y sostenibilidad, 2023

Material de lectura del curso virtual

Pablo Chauvet
Mauricio León
Martín Obaya

Coordinadores



CEPAL



Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



NACIONES UNIDAS

CEPAL

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

Deseo registrarme

Conozca nuestras redes sociales y otras fuentes de difusión en el siguiente link:



<https://bit.ly/m/CEPAL>



El litio, un recurso estratégico

Gobernanza, redes globales
de producción y sostenibilidad, 2023

Material de lectura del curso virtual

Pablo Chauvet
Mauricio León
Martín Obaya
Coordinadores



Este documento fue coordinado por Pablo Chauvet y Mauricio León, funcionarios de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y Martín Obaya, Consultor de la CEPAL, en el marco de las actividades del programa Cooperación Regional para la Gestión Sustentable de los Recursos Mineros en los Países Andinos, ejecutado por la CEPAL en conjunto con la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. El documento reúne las lecciones y los estudios de casos del curso virtual de la CEPAL “Litio, un recurso estratégico. Gobernanza, redes globales de producción y sostenibilidad”, edición 2023, preparados por Emilio Toledo y Daniel Jerez (módulo 1); Víctor Delbuono (módulo 2); Martín Obaya (módulos 3 y 4); Michel Jorratt (módulo 5), y Carolina Ferreira, Mariana Cervetto, María Victoria Arias Mahiques, Manuel Olivera Andrade y Ana Luisa Morales (módulo 6).

Se agradece el importante apoyo en la edición de Nicolás Olave y la valiosa revisión de Martín Abeles, José Lewinsohn y Orlando Reyes.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos a sitios web externos incluidos en esta publicación.

No deberá entenderse que existe adhesión de las Naciones Unidas o los países que representan a empresas, productos o servicios comerciales mencionados en esta publicación.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de esta publicación no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas
ISSN: 2664-4541 (versión electrónica)
ISSN: 2664-4525 (versión impresa)
LC/TS.2025/57
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2025
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.2500323[S]

Esta publicación debe citarse como: Chauvet, P., León, M. y Obaya, M. (Coords.) (2025). Litio, un recurso estratégico: gobernanza, redes globales de producción y sostenibilidad, 2023. Material de lectura del curso virtual. *Serie Recursos Naturales y Desarrollo* (227) (LC/TS.2025/57). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

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

Índice

Resumen	9
Introducción	11
<i>Pablo Chauvet, Mauricio León, Martín Obaya</i>	
I. Introducción a la minería del litio: desarrollo de proyectos y procesos productivos.....	15
<i>Ángel Emilio Toledo</i>	
A. Lección 1: geología de los depósitos de litio. Recursos y reservas.....	15
1. ¿Qué es el litio?.....	15
2. Características de ley y tonelaje de los tipos de depósitos de litio	21
3. Recursos y reservas	22
4. Particularidades de los recursos y las reservas en la industria del litio.....	25
B. Lección 2: el ciclo minero y sus etapas	32
1. Minería: conceptos fundamentales.....	32
2. Etapas de los proyectos mineros	33
3. Desarrollo de proyectos de litio	34
C. Lección 3: tecnologías y costos en la producción de litio	38
1. Producción en depósitos de salmueras	38
2. Producción en depósitos pegmatíticos	40
3. Costos	41
4. Desarrollo de métodos alternativos para depósitos en salmueras	44
Bibliografía	45
II. El litio como recurso crítico para la transición energética: análisis del mercado mundial.....	49
<i>Víctor Delbuono</i>	
A. Lección 1: el mercado del litio.....	49
1. La demanda de litio	49
2. Proyecciones de demanda.....	50
3. La oferta de litio	53
4. Amenazas al mercado del litio	55
B. Lección 2: precios del litio.....	58
1. Precios del litio	58
C. Lección 3: financiamiento de proyectos de litio.....	65
D. Lección 4: impactos socioeconómicos de la minería del litio (Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia).....	73
1. Características de la región puneña y del altiplano andino	73
2. El impacto del desarrollo del sector del litio en la región	75
Bibliografía	80

III.	El litio y las redes globales de producción: estructura, flujos y actores	83
	<i>Martín Obaya</i>	
A.	Lección 1: geografía de las redes globales de producción de las baterías de iones de litio.....	84
1.	La regionalización de las redes globales de producción de baterías de iones de litio	88
B.	Lección 2: redes de empresas en segmentos productivos intermedios y aguas abajo.....	91
C.	Lección 3: redes de empresas en segmentos productivos aguas arriba.....	98
D.	Lección 4: políticas públicas orientadas al desarrollo de la electromovilidad	103
1.	Unión Europea: promoción de la cadena de valor de las baterías de litio	104
2.	Estados Unidos: promoción de la cadena de valor de los vehículos eléctricos y las baterías de litio	108
3.	China: programas para el desarrollo de la industria de vehículos eléctricos y las baterías de litio	110
	Bibliografía.....	112
IV.	La gobernanza del litio en los países del triángulo: marcos normativos y estrategias tecno-productivas	119
	<i>Martín Obaya</i>	
A.	Lección 1: la gobernanza de los recursos naturales	120
1.	La gobernanza de los recursos naturales.....	120
2.	El marco normativo en el sector litífero	120
3.	Políticas tecnológicas y productivas.....	121
B.	Lección 2: marcos normativos para la regulación del aprovechamiento y uso del litio	121
1.	Estado Plurinacional de Bolivia	121
2.	Chile.....	122
3.	Argentina	125
4.	El triángulo del litio: marcos normativos en perspectiva comparada	126
C.	Lección 3: estrategias de política tecnológica y productiva en el triángulo del litio, México y Brasil.....	127
1.	Estado Plurinacional de Bolivia: industrialización autónoma controlada por el Estado	127
2.	El rumbo de la Estrategia bajo la gestión de YLB.....	128
3.	Chile: captura de la renta y un plan para el desarrollo de capacidades tecnológicas y productivas locales	129
4.	El desarrollo de una cadena de valor local: procesamiento de compuestos de litio.....	129
5.	Desarrollo de capacidades tecnológicas: centros de investigación y desarrollo	130
6.	Argentina: el desafío de generar una visión estratégica integral en el marco del federalismo.....	131
7.	México: nacionalización y promoción de la electromovilidad	133
8.	Brasil: flexibilización para la promoción de inversiones	134
D.	Lección 4: oportunidades y desafíos para desarrollar capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio en el triángulo del litio	135
1.	El liderazgo de las redes globales de producción (RGP) se encuentra fuera del triángulo del litio.....	135
2.	El desarrollo de un mercado como condición para la producción de baterías de iones de litio	136
3.	Riesgo en torno al futuro del litio.....	137
4.	Necesidades y oportunidades en el segmento aguas arriba	137
	Bibliografía.....	138
V.	Renta minera y transparencia fiscal en la minería del litio.....	141
	<i>Michel Jorratt</i>	
A.	Lección 1: renta económica de la minería y recursos tributarios	142
1.	Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería	142

B.	Lección 2: instrumentos y buenas prácticas de tributación y transparencia.....	146
1.	¿Cuáles son los instrumentos de tributación para el sector minero?	146
2.	Comparación entre impuestos.....	149
3.	Buenas prácticas en tributación minera	151
4.	Buenas prácticas en transparencia fiscal	152
C.	Lección 3: estimación de la renta del litio	157
1.	Estimaciones para Argentina	159
2.	Estimaciones para Chile.....	160
3.	Reflexiones en base a la comparación de los dos casos	162
D.	Lección 4: análisis del régimen fiscal para la minería de litio en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile	163
1.	Descripción del régimen fiscal en el triángulo del litio	163
2.	Estimación de las tasas efectivas de tributación.....	165
	Bibliografía.....	177
VI.	Transparencia y sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio	179
	<i>Victoria Arias Mahiquez, Carolina Ferreira, Manuel Olivera Andrade</i>	
A.	Lección 1: desafíos sociales y ambientales de la gobernanza del litio	180
B.	Lección 2: sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio en Argentina	181
1.	Marco Institucional.....	182
2.	Evaluación de impacto ambiental: instancias de participación pública, procesos y actores claves.....	183
3.	Participación pública	184
C.	Lección 3: Sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia.....	196
1.	Marco regulatorio e institucional nacional	196
2.	Participación social en la gestión ambiental.....	202
D.	Lección 4: sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio en Chile.....	214
1.	Marco regulatorio.....	214
2.	Marco regulatorio ambiental	222
3.	Participación ciudadana y consulta indígena.....	224
4.	Evaluación del caso chileno	227
	Bibliografía.....	231
	Serie Recursos Naturales y Desarrollo: números publicados	235
	Cuadros	
Cuadro I.1	Desagregación de costos de capital promedio para proyectos de litio en salares.....	41
Cuadro I.2	Desagregación de costos de capital promedio para proyectos de litio en pegmatitas.....	42
Cuadro II.1	Principales cinco precios relevados por la agencia Fastmarkets.....	62
Cuadro II.2	Alternativas para el financiamiento de proyectos de minería de litio	66
Cuadro II.3	Riesgos para el financiamiento y puesta en marcha de los proyectos de minería de litio	69
Cuadro II.4	Gastos de capital del proyecto Cauchari-Olaroz	77
Cuadro III.1	Producción y mercados de destino de vehículos eléctricos comercializados entre 2010 y 2019.....	89
Cuadro III.2	Posición de las principales empresas productoras de celdas en el mercado mundial.....	93
Cuadro III.3	Operaciones activas en la producción de concentrado de espodumeno y compuestos de litio en Australia, Chile, China y Argentina	99
Cuadro IV.1	Comparativo de las principales condiciones contractuales entre la CORFO y las empresas Sociedad Química Minera (SQM) y Albemarle, antes y después de la renegociación.....	124
Cuadro IV.2	Comparación de los sistemas normativos que regulan la actividad litífera en Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia.....	126

Cuadro IV.3	Fases de la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos	128
Cuadro IV.4	Argentina, Brasil, Chile y México: flota actual y venta anual de vehículos eléctricos, 2022.....	137
Cuadro V.1	Ejemplos de <i>royalties</i> aplicados a la extracción de litio	148
Cuadro V.2	VAN y rentabilidad de caso sin impuestos	149
Cuadro V.3	VAN y rentabilidad de caso con ISU de 40%	150
Cuadro V.4	VAN y rentabilidad de caso con ACE/ACC de 40%	150
Cuadro V.5	VAN y rentabilidad de caso con impuesto Brown de 40%	150
Cuadro V.6	VAN y rentabilidad de caso con IRR de 40%	151
Cuadro V.7	Ejemplo de progresividad de los instrumentos tributarios.....	152
Cuadro V.8	Argentina: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos a precios de mercado, 2010-2020	159
Cuadro V.9	Argentina monto y destino de las rentas económicas del litio	160
Cuadro V.10	Argentina: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos a precios declarados en la Aduana, 2010-2020	161
Cuadro V.11	Chile: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos a precios de mercado, 2010-2020	161
Cuadro V.12	Chile: monto y destino de las rentas económicas del litio, 2010-2020	162
Cuadro V.13	Chile: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos a precios declarados en la Aduana, 2010-2020	162
Cuadro V.14	Instrumentos fiscales en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile	164
Cuadro V.15	Supuestos para un proyecto de explotación de litio desde un salar	166
Cuadro V.16	Resultados del modelo de simulación para un proyecto de explotación de litio desde un salar	167
Cuadro VI.1	Principios para la implementación de la consulta previa libre e informada	188
Cuadro VI.2	Argentina: marco normativo ambiental y social que contempla la participación de pueblos y comunidades originarias.....	188
Cuadro VI.3	Argentina: marco normativo que regula los aspectos ambientales y sociales de la minería de litio en Jujuy, Salta y Catamarca	191
Cuadro VI.4	Estado Plurinacional de Bolivia: marco normativo ambiental	196
Cuadro VI.5	Estado Plurinacional de Bolivia: información ambiental de los proyectos de extracción y transformación de litio y potasio en el salar de Uyuni, 2023.....	199

Gráficos

Gráfico I.1	Distribución de los recursos de litio según los principales tipos de yacimientos conocidos.....	17
Gráfico I.2	Relación ley-tonelaje de los principales tipos de depósitos de litio	22
Gráfico I.3	Recursos identificado y reservas de litio, 2010 y 2020.....	24
Gráfico I.4	Inventario de recursos y reservas, 2020	24
Gráfico I.5	Tasas de evaporación y concentración de litio en salmueras de diferentes depósitos a nivel mundial.....	40
Gráfico I.6	Desagregación de costos operativos promedio en salmueras (carbonato de litio) y pegmatitas (hidróxido de litio)	42
Gráfico I.7	Proyección de curva de costos de producción de carbonato de litio, 2025	43
Gráfico I.8	Proyección de curva de costos de producción de hidróxido de litio, 2025.....	43
Gráfico II.1	Demanda histórica y proyectada de litio para uso final.....	50
Gráfico II.2	Crecimiento relativo en la demanda de minerales seleccionados utilizados en energías limpias, proyección hacia 2040	51
Gráfico II.3	Ventas globales de vehículos eléctricos por categoría 2010-2022	52
Gráfico II.4	Proyección de demanda de hidróxido y carbonato de litio para vehículos eléctricos.....	53
Gráfico II.5	Oferta primaria de minerales y compuestos de litio	53
Gráfico II.6	Proyección de la oferta futura de acuerdo con el grado de probabilidad.....	54
Gráfico II.7	Evolución de diferentes cotizaciones mensuales del carbonato de litio	61

Gráfico II.8	Precios de exportación de carbonato de litio en Argentina y Chile (FOB) y precios <i>spot</i> de carbonato de litio en China, Japón y República de Corea.....	63
Gráfico II.9	Suscripción de capital versus toma de deuda por etapa de proyecto —100 principales empresas mineras del TSXV.....	69
Gráfico II.10	Distribución del empleo por nivel de formación en YLB, 2019.....	77
Gráfico II.11	Distribución del empleo por profesión en Sales de Jujuy, 2018	78
Gráfico III.1	Exportaciones de concentrado de espodumeno, carbonato de litio e hidróxido de litio, 2001-2021	85
Gráfico III.2	Participación de países en las exportaciones mundiales de litio, 2021.....	85
Gráfico III.3	Composición de las exportaciones de litio, por países seleccionados, 2021.....	86
Gráfico III.4	Participación de países en las importaciones mundiales de carbonato de litio, 2021.....	87
Gráfico III.5	Participación de países en las importaciones mundiales de hidróxido de litio, 2021	87
Gráfico III.6	Ventas de vehículos eléctricos en el mundo, por país, 2022	88
Gráfico III.7	Flota de vehículos eléctricos en el mundo, por país, entre 2010 y 2022	88
Gráfico III.8	Distribución geográfica de la capacidad de producción de celdas de BiL, actual y proyectada, 2021, 2026 y 2031	90
Gráfico III.9	Proyección de la participación de países en el mercado mundial de producción de cátodos, 2025	90
Gráfico III.10	Participación de mercado de vehículos eléctricos de pasajeros, por fabricante, 2021 y 2022	91
Gráfico III.11	Participación de mercado de baterías para vehículos eléctricos, por fabricante, 2022.....	92
Gráfico IV.1	Tasas marginales de comisión según los precios de venta de carbonato (Li_2CO_3) e hidróxido de litio (LiOH)	125
Gráfico V.1	SQM Salar: tasas efectivas versus tasa nominal del impuesto sobre las utilidades.....	165
Gráfico V.2	Tasa efectiva 1 en función del precio del carbonato de litio	168
Gráfico V.3	Tasa efectiva 2 en función del precio del carbonato de litio	168

Recuadros

Recuadro I.1	Estudio de caso 1: proyecto Salar de Cauchari Olaroz.....	25
Recuadro I.2	Estudio de caso 2: Greenbushes.....	28
Recuadro I.3	Estudio de caso 3: proyecto Sonora Lithium.....	30
Recuadro I.4	Estudio de caso 4: el caso del proyecto Wodgina, Australia	35
Recuadro I.5	Estudio de caso 5: el caso del proyecto Olaroz, Argentina	37
Recuadro II.1	Estudio de caso 1: las proyecciones, ¿desacertadas?	55
Recuadro II.2	Estudio de caso 2: adopción de un precio de referencia para el litio.....	59
Recuadro II.3	El mercado de compuestos de litio en perspectiva histórica	61
Recuadro II.4	Estudio de caso 3: la fiscalización de precios del litio en Chile	64
Recuadro II.5	Estudio de caso 4: los acuerdos de compraventa anticipada de Livent	69
Recuadro II.6	Estudio de caso 5: SQM: <i>joint ventures</i> , crédito tradicional y <i>equity</i>	71
Recuadro II.7	Estudio de caso 6: el acuerdo POSCO-Pilbara Minerals	71
Recuadro II.8	Otros proyectos de litio en operación en América Latina	73
Recuadro III.1	Estudio de caso 1: Tesla.....	94
Recuadro III.2	Estudio de caso 2: BMW.....	96
Recuadro III.3	Estudio de caso 3: Volkswagen	97
Recuadro III.4	Estudio de caso 4: Albemarle	100
Recuadro III.5	Estudio de caso 5: Allkem, Toyota Tsusho y Panasonic	101
Recuadro IV.1	Estudio de caso 1: orígenes y evolución de Albemarle y SQM en Chile	123
Recuadro IV.2	Estudio de caso 2: litio en la provincia de Jujuy.....	132
Recuadro V.1	Estudio de caso 1: el estándar EITI	153
Recuadro V.2	Estudio de caso 2. Evaluación de cambios tributarios en Argentina.....	169

Recuadro V.3	Estudio de caso 3: proyección de los ingresos tributarios de litio en Argentina	170
Recuadro V.4	Estudio de caso 4: proyección de los ingresos tributarios del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia	173
Recuadro V.5	Estudio de caso 5: proyección de ingresos tributarios del litio en Chile	174
Recuadro VI.1	Estudio de caso 1: proyecto Fénix y su adhesión a IRMA	193
Recuadro VI.2	Estudio de caso 2: Salinas Grandes.....	194
Recuadro VI.3	Estudio de caso 3. Los impactos ambientales de la minería del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia	200
Recuadro VI.4	Estudio de caso 4. Estado Plurinacional de Bolivia: licencia social, participación y consulta previa en minería del litio	209
Recuadro VI.5	Estudio de caso 5: salar de Atacama.....	215
Recuadro VI.6	Estudio de caso 6: salar de Maricunga.....	218
Recuadro VI.7	Estudio de caso 7: el cierre de faenas mineras en Chile. Resumen y referencia a los casos de Argentina y del Estado Plurinacional de Bolivia	228

Diagramas

Diagrama I.1	Abundancia relativa de los elementos en la corteza terrestre	16
Diagrama I.2	Características generales de las acumulaciones de salmueras de cuencas cerradas (salares), fuentes potenciales de litio y mecanismos de concentración	18
Diagrama I.3	Ejemplo de la distribución a escala regional de un distrito de pegmatitas.....	19
Diagrama I.4	Recursos y reservas minerales.....	23
Diagrama I.5	Factores esenciales para la determinación de los recursos y reservas en salmueras.....	25
Diagrama I.6	Etapas de un proyecto minero y su relación con los montos relativos de inversión, las actividades asociadas y los inventarios de recursos y reservas.....	33
Diagrama I.7	Flujo generalizado del método evaporítico tradicional para la obtención de carbonato de litio a partir de salmueras de salares	39
Diagrama I.8	Flujo simplificado del proceso de adsorción selectiva utilizado por Livent Corp. en el Salar del Hombre Muerto, Catamarca, Argentina.....	45
Diagrama II.1	Actividades objeto de financiamiento	65
Diagrama II.2	Impactos del desarrollo de la actividad minera sobre la economía	76
Diagrama VI.1	Argentina: etapas del procedimiento de evaluación de impacto ambiental (EIA)	189
Diagrama VI.2	Estado Plurinacional de Bolivia: proceso de prevención y control ambiental	198
Diagrama VI.3	Estado Plurinacional de Bolivia: proceso de obtención de permisos y requerimientos para la operación	206
Diagrama VI.4	Estado Plurinacional de Bolivia: proceso de consulta previa para aprobación de Contratos Administrativos Mineros	207
Diagrama VI.5	Chile: Artículo 3 de la Ley N° 18.097, Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras.....	214
Diagrama VI.6	Chile: esquema general de tramitación de Estudio de Impacto Ambiental	223
Diagrama VI.7	Chile: esquema general de tramitación de Declaración de Impacto Ambiental.....	223

Mapas

Mapa I.1	Depósitos de litio a nivel mundial.....	16
Mapa II.1	Divisiones subnacionales vinculadas al desarrollo del litio en el triángulo Jujuy, Salta y Catamarca	75
Mapa VI.1	Argentina: relevamiento de comunidades indígenas identificadas por provincia, 2023.....	186
Mapa VI.2	Argentina: seguimiento y fiscalización de proyectos posterior a la licencia ambiental.....	190

Resumen

Este documento reúne las lecciones y los estudios de caso presentados en la segunda edición del curso virtual “Litio, un recurso estratégico. Gobernanza, redes globales de producción y sostenibilidad”, que se dictó entre el 31 de agosto y el 24 de septiembre de 2023. En el marco del creciente interés que el litio ha ganado a nivel mundial como uno de los recursos críticos en la transición energética, el material del curso busca ofrecer una introducción a temas fundamentales que conciernen a este recurso mineral.

En el documento se abordan conceptos, nociones básicas y análisis sobre aspectos geológicos, tecnológicos, contractuales, productivos, de mercado, de las redes globales de producción vinculadas a la electromovilidad, tributarios, de transparencia, normativos y de regulación, entre otros, que están relacionados directa e indirectamente con la explotación del litio.

Estos temas refieren a dimensiones relevantes que deben considerarse para una gobernanza del recurso mineral más integral, responsable y sostenible con el fin de que su explotación contribuya al desarrollo sostenible de los países ricos en litio.

Introducción

Pablo Chauvet
Mauricio León
Martín Obaya

En la última década, el litio ha irrumpido en la arena pública latinoamericana. La prensa registra a diario los anuncios de inversión en proyectos de producción. Los líderes políticos elevan el litio a la categoría de recurso estratégico para el desarrollo. Las comunidades locales y organizaciones de la sociedad civil denuncian los impactos de la minería del litio sobre los ecosistemas en los territorios.

Los distintos imaginarios en torno al litio se sustentan en una variedad de metáforas populares: ventana de oportunidad; oro blanco; el triángulo del litio; el nuevo petróleo; la Arabia Saudita del litio. Se trata de representaciones potentes pero que, sin embargo, transmiten concepciones que pueden ser equivocadas. Entre otras cosas, crean la impresión ilusoria de que bajo tierra yace un recurso escaso, listo para ser extraído, y que tiene el potencial de alterar de manera radical, para bien o para mal, nuestras condiciones de vida.

Aplica al litio la definición clásica de Zimmermann: “*resources are not: they become*” (la traducción resulta siempre insatisfactoria: ¿“Los recursos no son: se convierten”?)¹. En el marco de la transición energética global, la sociedad ha “convertido” al litio en un recurso crítico, para algunos, y estratégico, para otros. Los compromisos internacionales para abordar el cambio climático demandan profundas transformaciones en la tecnología y en el modo en que la sociedad se relaciona con la naturaleza.

Si bien el litio se ha utilizado durante décadas como insumo para la fabricación de distintos productos —como grasas, lubricantes y medicamentos—, su auge actual encuentra explicación en la acelerada expansión de la electromovilidad, los avances tecnológicos que han permitido la reducción en los costos de producción de las baterías recargables de litio, así como de los vehículos eléctricos y también dispositivos electrónicos que se sirven de estas baterías, y las políticas públicas en países industrializados que facilitan la creciente popularización de los vehículos eléctricos. De este modo, el litio se erige como un laboratorio para examinar las tensiones inherentes a la transición.

¹ Zimmermann, E. (1933), *World resources and industries*. New York, NY: Harper and Brothers, 1933.

Para tal fin, esta compilación de lecciones y estudios de casos busca contribuir al análisis de estos procesos y, así, al debate público. La compilación permite examinar distintas aristas del entramado de marcos regulatorios, procesos productivos, transacciones comerciales, construcción de conocimiento y relaciones sociales que constituyen las redes globales de producción en las que el litio está inmerso. Aparecen allí los protagonistas de este entramado: los gobiernos, las empresas, la comunidad científica y académica, las organizaciones de la sociedad civil, las comunidades locales.

La versión original de las lecciones y los estudios de casos corresponden a los módulos del curso virtual “Litio, un recurso estratégico. Gobernanza, redes globales de producción y sostenibilidad”, impartido por la CEPAL en 2022 y en 2023. Dada la evolución que tiene la explotación del recurso y el despliegue de la electromovilidad en el mundo, los contenidos fueron actualizados hasta diciembre de 2023. Este curso, diseñado para funcionarios y un público especializado en temas relacionados con el litio, se propuso ofrecer contenidos que abordaran la complejidad de los fenómenos y procesos que se vinculan al recurso.

En el primer capítulo del libro, elaborado por Ángel Emilio Toledo, se aborda la dimensión geológica del litio. Allí, se revela una aparente paradoja: si bien las discusiones sobre el litio giran en torno a su escasez, la realidad es que se trata de un elemento abundante y disperso geográficamente. La escasez se origina en las características físicas y ambientales de los depósitos que albergan este recurso. Con las tecnologías disponibles, su extracción solo resulta económicamente viable en ciertos tipos de depósitos, entre los que se encuentran los salares sudamericanos. El desarrollo de nuevas tecnologías podría relajar la situación de escasez, expandir las reservas de litio y, por lo tanto, modificar la posición relativa de los países de la región.

El capítulo pone también de manifiesto la heterogeneidad que caracteriza al “triángulo del litio”, conformado por Argentina, Bolivia y Chile. Detrás de esta metáfora geométrica se revela un mosaico de diversos ecosistemas que influyen en las formas de obtención de los recursos y contribuye a explicar las condiciones actuales de la producción de litio en la región.

En el segundo capítulo, redactado por Víctor Delbuono, se analizan las características del mercado de litio. Se trata de una institución relativamente pequeña, en proceso de desarrollo, desprovista de un sistema de precios transparente. A diferencia de otros mercados, el litio no cuenta con una “pizarra” que indique la cotización diaria de los distintos compuestos. Ello dificulta la confección de contratos de compraventa a futuro, una práctica que ha llevado a la financiarización del mercado de otros recursos naturales. Esta falta de transparencia también plantea dificultades para la determinación de una base impositiva, lo que afecta la determinación de la participación del Estado en las rentas económicas generadas por el recurso.

El tercer capítulo, elaborado por Martín Obaya, sitúa al litio en el contexto de las redes globales en el que se produce, transforma y consume el recurso, centrándose en las baterías de iones de litio utilizadas en la electromovilidad. Estas redes delinear una clara división del trabajo, donde un reducido grupo de países produce compuestos de litio destinados al consumo en un puñado de economías. China ocupa un papel central en este esquema, con una posición dominante en todos los eslabones de la cadena de valor. Esta supremacía se manifiesta tanto dentro como fuera de su territorio, a través de las empresas de origen chino que operan a lo largo de la cadena de valor.

El análisis de la red permite reconocer el protagonismo de la empresa transnacional como un agente determinante en la configuración de las condiciones de creación, distribución y captura del valor. En el caso específico de las redes de producción de baterías, el liderazgo recae en el tándem conformado por las empresas automotrices y los productores de baterías. Desde allí conviene desenredar el ovillo que conduce a los salares, donde operan las empresas que producen recursos de litio.

Sin embargo, el foco sobre la empresa no implica pasar por alto el papel de los estados, los cuales desempeñan un papel central en la creación de los mercados emergentes de electromovilidad. No es posible concebir el aumento en la demanda de vehículos eléctricos sin reconocer el rol del estado en la creación de nuevos marcos normativos, el desarrollo de infraestructuras adecuadas, el fomento del desarrollo tecnológico y de la producción y, por supuesto, el subsidio al consumo.

En el cuarto capítulo, también de autoría de Martín Obaya, se examinan las estrategias implementadas por los estados en los países ricos en recursos de litio en América Latina. Ante la pregunta “¿qué hacemos con el litio?”, se despliega un abanico de respuestas que pone de manifiesto, una vez más, la heterogeneidad al interior de la región. Se observa con claridad cómo los países difieren en la regulación de aspectos clave como el régimen de propiedad, y las modalidades de acceso, producción y la disposición de los recursos de litio. Estas respuestas, en gran medida, se explican por la existencia de distintos imaginarios en torno al litio. Pero las modalidades en que estos imaginarios se articulan en acciones no son completamente flexibles. Se desarrollan sobre procesos históricos y marcos regulatorios que imponen sus condiciones y cuyo cambio requiere la articulación de coaliciones de actores que cuenten con recursos económicos, políticos, normativos.

El quinto capítulo, redactado por Michel Jorratt, aborda una pregunta que explora uno de los canales a través de los cuales el litio puede contribuir al desarrollo económico: ¿cómo participa el estado en la renta económica generada por un recurso crítico para la transición energética? Nuevamente, se observa aquí que las respuestas (y la eficacia) de los países latinoamericanos abarcan un amplio espectro. Antes de examinar la estructura del sistema tributario de cada país y simular los escenarios que proyecta cada uno de ellos, el autor analiza la caja de herramientas tributarias disponible para los estados.

El diseño del esquema impositivo se presenta como una pieza de relojería que debe cumplir varias condiciones simultáneamente: fomentar la creación de valor, promover la equidad intergeneracional y favorecer una adecuada gestión, uso y distribución de la renta económica, en condiciones de transparencia. Se trata de un desafío central para evitar, entre otras cosas, la “maldición de los recursos naturales” que, en una de sus manifestaciones, se explica como la incapacidad de los países ricos en recursos para establecer instituciones que canalicen las rentas económicas generadas hacia actividades que impulsen el desarrollo económico.

El sexto y último capítulo fue de autoría coral: María Victoria Arias Mahiques redactó el caso argentino, Manuel Olivera el boliviano, y Carolina Ferreira el chileno. Los casos se centran en los desafíos para la sostenibilidad ambiental y social que presenta la minería de litio, especialmente en los territorios donde se desarrolla la actividad. El aumento sostenido de la demanda de este mineral está intensificando las presiones socioambientales sobre los territorios de extracción, dando lugar a tensiones sociales y movilizaciones contrarias a la minería. Un estudio reciente revela que, según los expertos que participan de la cadena de valor de baterías a escala global, el impacto de la minería sobre el balance hídrico de los salares y sobre la biodiversidad, así como la convivencia de la minería con otras actividades regionales, se encuentran entre los principales desafíos a la sostenibilidad². Los estados, por su parte, tienen dificultades para desarrollar capacidades y mecanismos adecuados de evaluación de impacto ambiental; de consulta previa, libre e informada; de monitoreo y fiscalización; y de canalización de las demandas.

La transición energética, la industria de la electromovilidad y, por ende, la minería del litio, atraviesan procesos que no solo generan oportunidades, sino que también plantean desafíos significativos para los países ricos en este recurso. El propósito fundamental de esta compilación es enriquecer el análisis y, al mismo tiempo, promover la difusión de conocimiento sobre aspectos relacionados con estos procesos. Por ello, los artículos ofrecen un tratamiento exhaustivo con el objetivo de facilitar la comprensión de estos temas por parte de un público más amplio. La dinámica acelerada de estos fenómenos hace que algunos datos aquí incluidos pronto describan una realidad que parecerá antigua. No obstante, se espera que el enfoque conceptual multidimensional que se propone seguramente mantendrá su relevancia para analizar no solo el fenómeno del litio, sino también de otros minerales críticos para la transición.

² Obaya, M., Murguía, D., Freytes C. y Allan, T. (2023), Una cadena de valor de baterías de litio justa y sostenible. Encuesta Delphi-Informe de resultados. Proyecto Green Dealings, Centre for International Studies, Geneva Graduate Institute (IHEID), Ginebra.

I. Introducción a la minería del litio: desarrollo de proyectos y procesos productivos

Ángel Emilio Toledo³

En este capítulo se tratan algunos aspectos vinculados a la minería del litio, que es una de las primeras etapas en la cadena de valor de las baterías de litio. En primer lugar, se describen los aspectos geológicos de los yacimientos de litio, su distribución geográfica y la forma de evaluar los recursos y su disponibilidad. En segundo lugar, se presentan las etapas de los proyectos mineros, las tareas y los tiempos de cada una y las generalidades de los métodos de extracción tradicionales. En tercer lugar, se hace centro sobre la etapa productiva de los proyectos, los métodos de aprovechamiento utilizados en la actualidad aplicables a cada tipo de yacimiento y los costos asociados. Por último, se presentan algunas de las nuevas tecnologías que se están desarrollando para la extracción de compuestos de litio a partir de salmueras.

A. Lección 1: geología de los depósitos de litio. Recursos y reservas

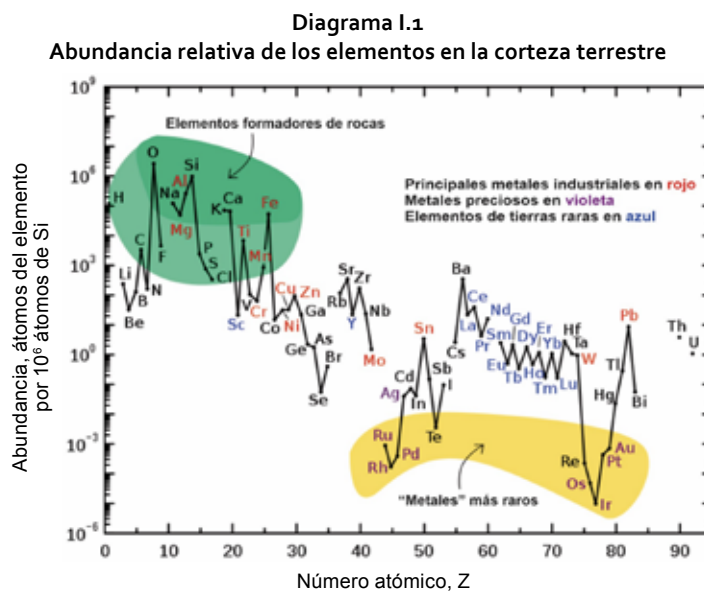
1. ¿Qué es el litio?

El litio, de símbolo químico Li y número atómico 3, es el primer metal de la tabla periódica. Es un metal alcalino que comparte propiedades con el sodio, el potasio, el rubidio y el cesio. Perteneció al Grupo I y tiene un solo electrón en la última capa, lo que lo hace muy reactivo. Por ello, no se encuentra de manera pura en la naturaleza. Desde el punto de vista del ciclo geoquímico, se lo considera entre los elementos litófilos, es decir, aquellos que tienen preferencia por asociarse naturalmente con oxígeno y silicio. Su concentración promedio en la corteza es de unas 20 partes por millón (ppm). El agua de mar contiene un promedio de sólo 0,17 partes por millón (ppm) de litio.

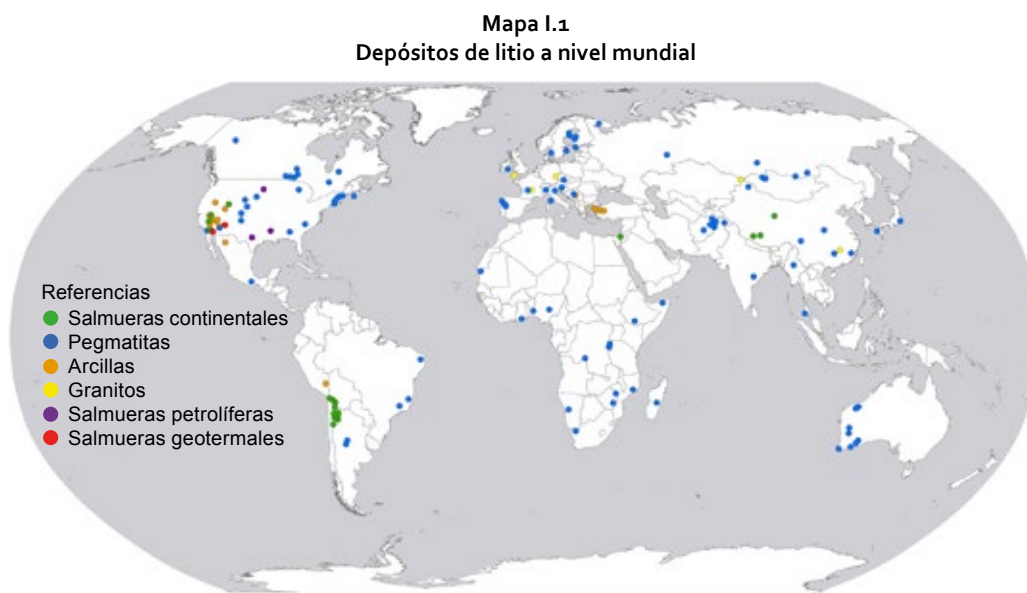
³ Emilio Toledo es geólogo egresado de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Se ha desempeñado como geólogo de exploraciones en minería metálica en el sector privado y ha sido Director de Análisis y Desarrollo de Proyectos de Inversión Minera en la Secretaría de Minería de la República Argentina. En la actualidad se desempeña como consultor independiente especializado en minería. Correo electrónico: anemilio_toledo@hotmail.com.

Por sus características geoquímicas, los minerales de litio sólo se forman cuando se dan combinaciones de factores favorables que son poco comunes. A su vez, es extremadamente soluble, por lo que, durante la meteorización de las rocas, tiende a ser eliminado fácilmente en solución y permanecer en las aguas meteóricas⁴.

El litio es un elemento relativamente abundante (véase el diagrama I.1). Se encuentran depósitos a lo largo de todo el mundo (véase el mapa I.1). De acuerdo con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se han identificado recursos en al menos 25 países (USGS, 2021).



Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).



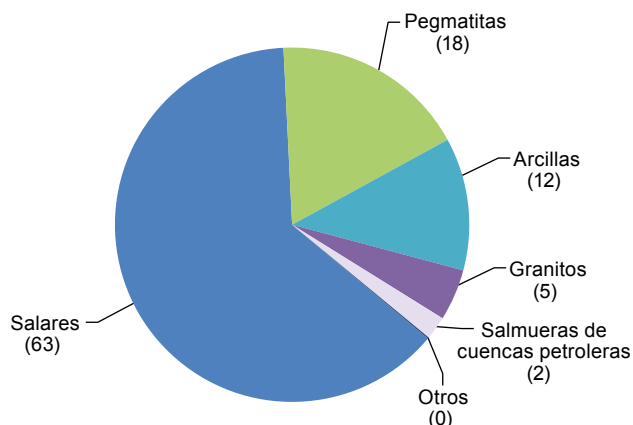
Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

⁴ La meteorización es la fragmentación o degradación parcial o total de las rocas y los minerales en contacto con la atmósfera, la hidrosfera o la biosfera. El término aguas meteóricas se aplica al agua que penetra por arriba en las rocas; por ejemplo, agua de lluvia, rocío, deshielo, y, también, el agua de los ríos y corrientes.

a) Distribución de los recursos según tipo de yacimiento

La mayor parte de los recursos de litio conocidos se concentra en salmueras de cuencas cerradas (salares) (63%). Luego, en mucho menor volumen se encuentran las pegmatitas, las arcillas enriquecidas en litio; los granitos enriquecidos en litio; y las salmueras de cuencas petrolíferas. Las salmueras geotermiales y otras fuentes menores constituyen una pequeña proporción que no alcanza al 0,1% (véase el gráfico I.1).

Gráfico I.1
Distribución de los recursos de litio según los principales tipos de yacimientos conocidos
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base a datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y publicaciones de las empresas operadoras de los proyectos.

b) Salmueras de cuencas cerradas (salares)

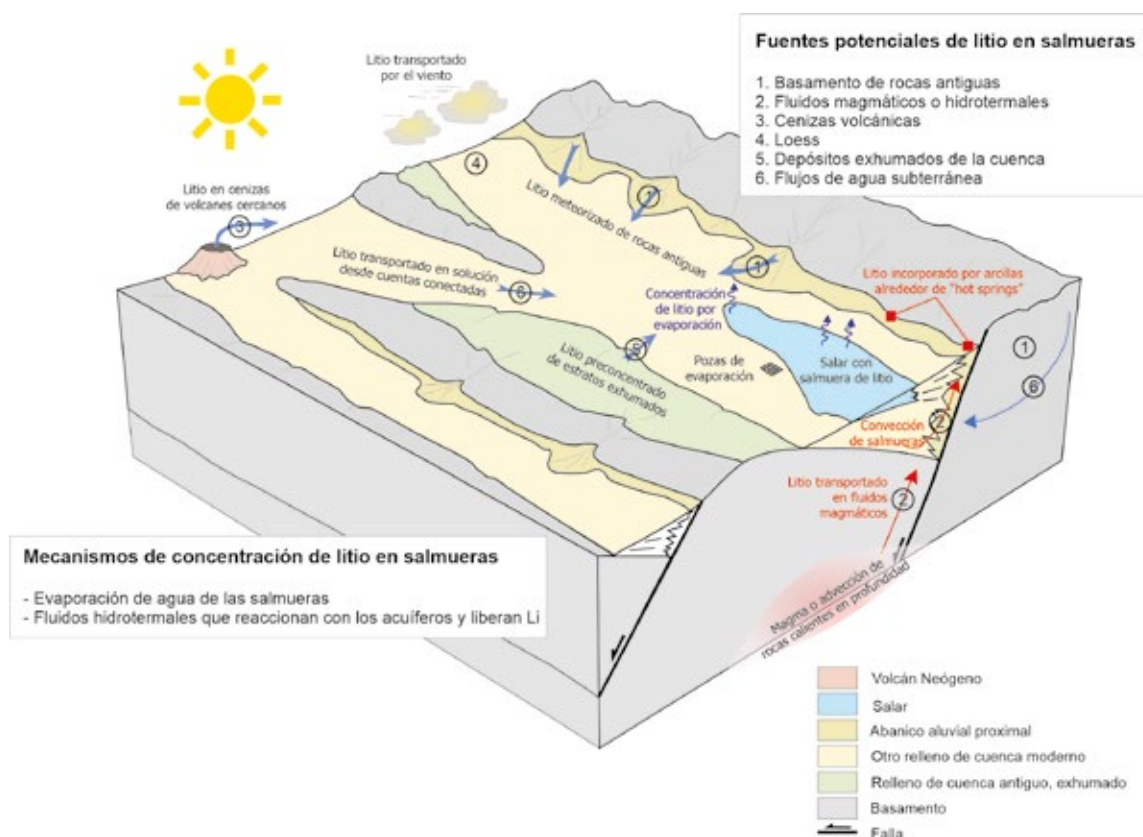
Los depósitos de salmueras de litio son acumulaciones de agua subterránea enriquecida en litio disuelto. En estos depósitos el litio se acumuló inicialmente por migración de soluciones y luego se concentró por evaporación o por procesos geotermiales (o una combinación de ambos). Generalmente, la salmuera de litio se encuentra almacenada en cuencas cerradas y bajo condiciones climáticas particulares. La concentración media del litio en estos depósitos varía entre 160 y 1600 ppm.

Es importante destacar que, además de litio, hay muchos otros elementos disueltos en estas aguas, por lo que poseen una salinidad muy elevada. Por definición, una salmuera es una solución que contiene sales totales disueltas en concentraciones superiores a las del agua de mar (mayores a 3,5%) (Kharaka y Hanor, 2003). Las salmueras de litio suelen definirse como hipersalinas, con una salinidad que oscila entre 1,7 y 24 veces la del agua de mar, mientras que el agua dulce tiene una concentración de sales menores al 0,1% (Bowell y otros, 2020).

Los principales yacimientos productores están situados en América del Sur, América del Norte y Asia. Se encuentran en los cinturones latitudinales áridos a ambos lados de la línea del Ecuador. Estos yacimientos comparten una serie de características, entre las que se encuentran: i) un clima árido; ii) una cuenca cerrada que contiene un lago salado o un salar; iii) hundimiento de origen tectónico; iv) actividad ígnea o geotérmica asociada; v) rocas fuente portadoras de litio; vi) uno o más acuíferos adecuados para almacenar la salmuera; y vii) tiempo suficiente para concentrar la salmuera (Bradley y otros, 2017).

Cuando un lago salado ubicado dentro de estas cuencas cerradas se seca por la fuerte evaporación local, el litio, en lugar de cristalizar en un mineral evaporítico, como lo hacen el sodio y el potasio, permanece en solución y termina concentrándose en una salmuera residual. Esta salmuera se hunde en el subsuelo, donde se acumula en uno o varios acuíferos (zonas o capas de roca o sedimentos porosos y permeables), constituyendo los niveles mineralizados (véase el diagrama I.2).

Diagrama I.2
Características generales de las acumulaciones de salmueras de cuencas cerradas (salares),
fuentes potenciales de litio y mecanismos de concentración



Fuente: Adaptado de Bradley y otros (2017).

Por lo expuesto, es fácil presuponer que la exploración y extracción de litio, así como de los otros elementos de las salmueras, requieren procesos que son totalmente diferentes a los de la minería clásica de roca dura. Por sus características, la minería de litio requiere la aplicación de teorías y técnicas hidrogeológicas adaptadas a las soluciones hipersalinas en acuíferos subterráneos. En términos generales, el aprovechamiento de estos recursos se realiza por bombeo de las soluciones desde los niveles enriquecidos. Luego, estas soluciones pueden concentrarse mediante evaporación solar en pozas o piletas sobre la superficie del salar; y, la salmuera resultante, rica en litio, es sometida a procesos químicos en una planta industrial para obtener distintos compuestos, principalmente, carbonato de litio.

Como se mencionó, existen depósitos de este tipo en diferentes regiones del mundo, con algunas características comunes. Entre ellos, se pueden mencionar el yacimiento de Silver Peak, en Nevada, en Estados Unidos, que está en producción desde la década de 1960; los salares de la cordillera de los Andes de América del Sur, en el denominado "Triángulo del litio", que incluye, entre otros, al salar de Atacama, en Chile; el de Uyuni, en el Estado Plurinacional de Bolivia; y el Salar del Hombre Muerto, en Argentina. En China, el lago Zabuye, en producción desde 2005 (Evans, 2008), es uno de los más notables en la región del Tíbet.

c) Pegmatitas

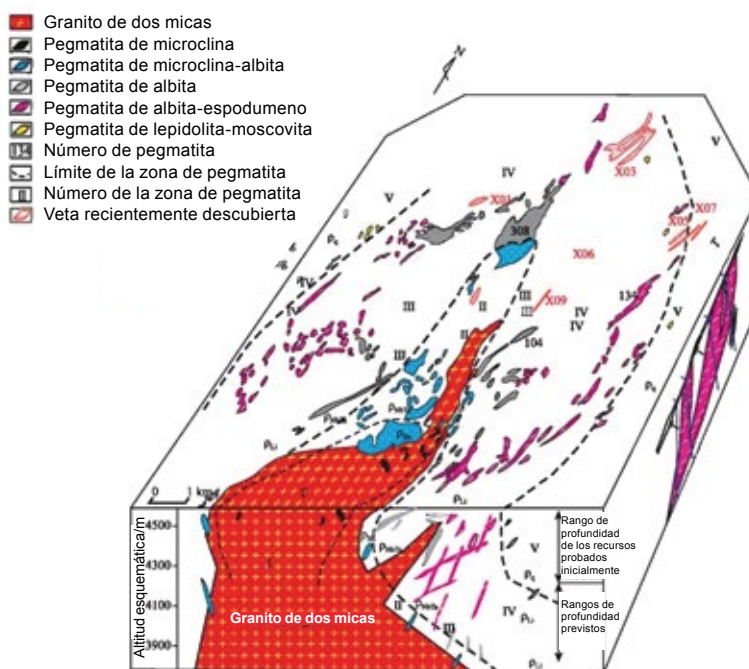
Las pegmatitas son rocas ígneas de grano grueso que se forman durante la etapa final de la cristalización de un magma. Se producen en las proximidades de grandes intrusiones magmáticas. La mayoría de las pegmatitas tienen una composición similar a la del granito, con abundante cuarzo, feldespato y mica. Además, cuentan con muchos minerales accesorios que son fuente de elementos poco comunes en otro tipo de depósitos.

Dentro de la variedad de pegmatitas graníticas, las de mayor interés económico son las llamadas “pegmatitas graníticas de elementos raros”, que a su vez se subdividen en las familias LCT (Li-Cs-Ta) y NYF (Nb-Y-F), según su composición geoquímica de elementos traza (Černý y otros, 2005). Los depósitos pegmatíticos de litio de clase mundial pertenecen a estas dos familias. Estos yacimientos suelen contener, además, otros componentes económicos importantes como cesio (Cs), tantalio (Ta), niobio (Nb), estaño (Sn), berilio (Be) y minerales de tierras raras.

El espodumeno y la petalita de las pegmatitas de LCT son unos de los minerales que más litio contienen y, a la vez, los más frecuentes: el espodumeno contiene entre un 6% y 9% de Li_2O ⁵ y la petalita, un 4,73%. El contenido de espodumeno en los yacimientos es variable, con rangos que están, en promedio, alrededor del 30% en peso. Esto significa que la ley media —o contenido medio de litio— en las pegmatitas está en el orden del 1,2% a 2,4% de Li_2O en peso.

Las pegmatitas LCT tienden a aparecer en distritos de varios cuerpos, a veces espacialmente asociados a los granitos que le dan origen (véase el diagrama I.3). Las pegmatitas individuales adoptan diversas formas, desde diques tabulares (geometría similar a las vetas) hasta cuerpos lenticulares o irregulares. Presentan dimensiones variables, desde unos pocos centímetros de ancho y algunos metros de extensión, hasta cientos de metros de ancho y kilómetros de longitud.

Diagrama I.3
Ejemplo de la distribución a escala regional de un distrito de pegmatitas



Fuente: Deng-hong Wang y otros (2020).

Nota: Corresponde al depósito Jiajika, en la provincia de Sichuan, China. Obsérvese la relación con el intrusivo magmático (cuerpo en color rojo).

⁵ Porcentaje en peso de óxido de litio.

En general, estos depósitos se explotan a cielo abierto. Muchos de los distritos conocidos registran antecedentes de producción en el siglo pasado, dado que han sido fuente de otros elementos como berilio, bismuto, wolframio y tantalio, entre otros. Entre los depósitos de este tipo a nivel mundial se encuentran: Greenbushes en Australia; Whabouchi y Tanco Mine en Canadá; Bikita en Zimbabue; Alvarroes en Portugal; Grota do Cirilo en Brasil; y Jiajika en China.

d) Arcillas de litio

Los depósitos de litio en arcillas tienen relación genética y/o espacial con volcanes riolíticos y estructuras asociadas (Evans, 2014). Estos yacimientos pueden subdividirse, en función de la presencia de litio en tres tipos:

- i) Aquellos en los que el litio está dentro de los minerales de arcilla, principalmente hectorita (que es un silicato de sodio, magnesio y litio). Contiene aproximadamente la mitad de litio en su composición. Entre los depósitos más importantes descubiertos hasta ahora se puede mencionar el proyecto Thacker Pass, situado en un centro volcánico extinto en el norte de Nevada en Estados Unidos, y el proyecto Sonora, al noreste del estado homónimo, en México.
- ii) Aquellos en los que el litio se presenta como un ion adsorbido a los minerales de arcilla, es decir, el litio no forma parte en sí de la estructura mineral de la arcilla (no hectorítica), sino que está “adherido” a los cristales. Un ejemplo del segundo tipo de depósitos es el de Falchani, en Perú, que está conformado por arcillas hidrotermales en rocas volcánicas ácidas alteradas que están enriquecidas en uranio y litio.
- iii) Depósitos de arcilla jadarita, como un nuevo mineral descubierto en un solo depósito en Jadar, Serbia. Se trataría de un crecimiento diagenético de un silicato de boro y litio de la familia de las zeolitas, formado por la alteración de fluidos hidrotermales de depósitos volcano-sedimentarios.

Los depósitos de litio en arcillas tienden a tener características geométricas estratiformes, subhorizontales, con espesores de unos pocos metros hasta más de 100 metros, y una extensión de área importante. Por ejemplo, la zona del yacimiento de Thacker Pass, en Estados Unidos, tiene 5 km de norte a sur por 10 km de este a oeste, con zonas mineralizadas de litio de hasta 160 m de espesor.

Muchos de estos depósitos se encuentran ubicados prácticamente aflorando en superficie o a escasas profundidades. Ello implica que se desarrollarían mediante métodos tradicionales de explotación a cielo abierto. Sin embargo, en algunos casos, como el de Jadar, la mineralización se encuentra entre 100 y 720 metros de profundidad, y algunos nuevos proyectos en Estados Unidos donde se evalúa el aprovechamiento de capas ubicadas a 600 m de profundidad.

Si bien en la actualidad no hay ningún proyecto en operación a partir de este tipo de depósitos, en los últimos años, la mayor demanda y el aumento de precio del litio, condujeron a una mayor exploración de estos ambientes, aumentando los recursos identificados de esta fuente y mejorando los potenciales procesos productivos a aplicar en los proyectos avanzados.

Las leyes medias de litio en estos depósitos van de 0,20% a 0,65% de Li_2O en peso, en el caso del yacimiento de jadarita, alcanza el 1,78%.

e) Otras fuentes

i) Granitos enriquecidos en litio

Las pegmatitas LCT suelen encontrarse espacialmente asociadas a granitos que pueden ser sus formadores. En ocasiones, suelen estar estrechamente relacionados y no es posible diferenciarlos a los fines de la evaluación de los recursos. Sin embargo, hay ejemplos puntuales en los que algunos granitos incluyen zonas enriquecidas en los elementos litio, tantalio, estaño y flúor.

En estos casos, los minerales portadores de litio son la lepidolita y la zinwaldita. Como ejemplo, se tiene la mina de Yichun, en la provincia de Jiangxi, en China. En Europa existen también depósitos de este tipo: en Cinovec, Serbia, es un granito en el que el estaño y el wolframio se encuentran en minerales de óxido, mientras que el litio se encuentra en la zinwaldita. Al sur del Reino Unido, en el batolito cornubiano, las ocurrencias minerales incluyen lepidolita, zinwaldita, ambligonita, trifilita y litiofilita.

ii) Salmueras de campos petrolíferos

Los campos petrolíferos profundos de algunas cuencas han demostrado contener hasta varios cientos de partes por millón de litio. Este es el caso, por ejemplo, de la formación geológica Smackover, en los yacimientos de Arkansas, pero también en Dakota del Norte, Oklahoma, Texas y Wyoming. Los campos presentan concentraciones de litio de hasta 700 ppm (Evans, 2008). En algunos lugares, la salmuera contiene hasta 1.700 miligramos por litro (mg/l) de litio (Worley, 2019). La salmuera ocupa el espacio de los poros en una caliza de 57 metros de espesor promedio, a profundidades variables, en torno a los 2.400 metros. También en Canadá, en el proyecto Clearwater, las capas con salmuera se encuentran a 2.500 metros de profundidad, con concentraciones del orden de los 75 mg/l.

Las salmueras de los yacimientos petrolíferos presentan dos inconvenientes como recursos potenciales de litio. En primer lugar, suelen encontrarse a profundidades mucho mayores (más de 1 km) que las salmueras de cuenca cerrada. En segundo lugar, a menos que se encuentren en un clima árido, la recuperación de litio mediante el método tradicional de la evaporación solar no sería viable (Bradley y otros, 2017). Para ello, se plantean otros métodos alternativos para la separación.

iii) Salmueras geotermales

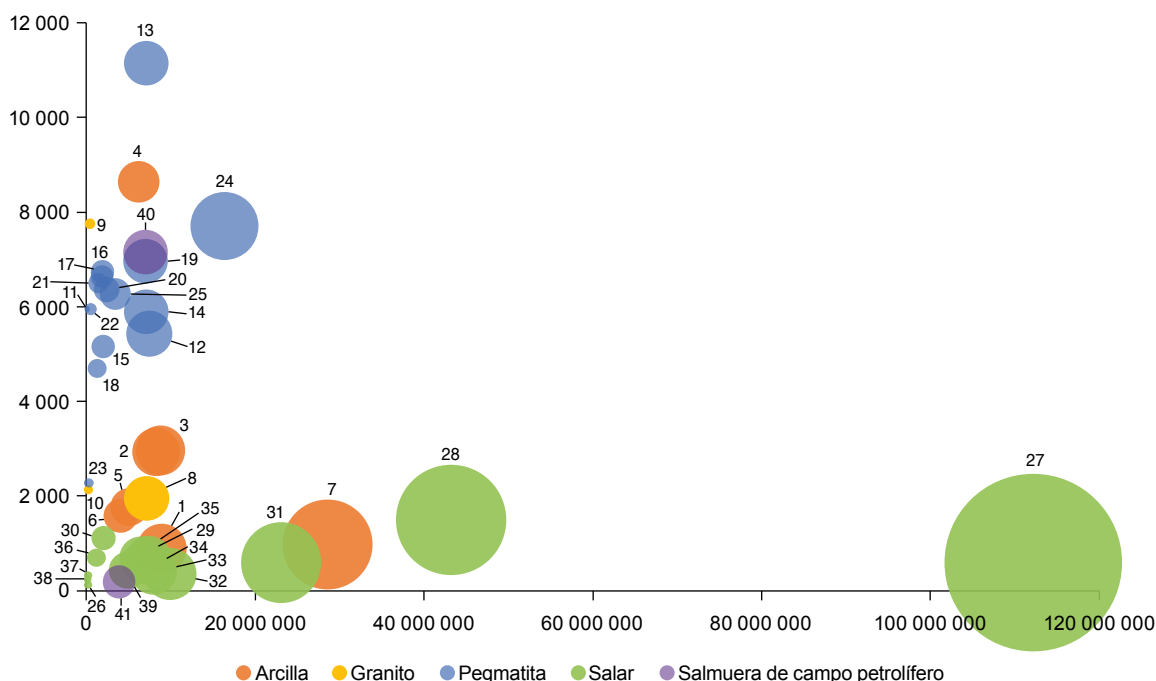
Las salmueras geotermales son otra fuente potencial de litio. Uno de los proyectos que se desarrollaría sobre este tipo de yacimientos es el de Salton Sea, en California, Estados Unidos, donde las salmueras tienen concentraciones de litio de hasta 286 mg/l (Thompson y Fournier, 1998).

2. Características de ley y tonelaje de los tipos de depósitos de litio

Habiendo revisado las características generales de los principales yacimientos de litio conocidos hasta el momento, resulta de interés hacer una comparación para contrastar algunos aspectos particulares. En el gráfico I.2 se muestran algunos depósitos de litio de los tipos de yacimientos que fueron mencionados más arriba. En el eje de las abscisas se expresa el tonelaje total de recursos del yacimiento, medido en toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE, por sus siglas en inglés); mientras que en el eje de las ordenadas se indica la ley media del yacimiento, expresada en partes por millón (ppm).

En términos generales, los depósitos de salmueras continentales son de baja ley relativa, con un amplio espectro en cuanto a los tonelajes, más relacionados con la extensión de las planicies y cuencas a las que se asocian. Los depósitos pegmatíticos presentan una mayor ley de litio, pero con tonelajes relativamente menores, en comparación con los otros depósitos. Los granitos ricos en litio tienen una tendencia similar. Por su parte, los depósitos de arcillas tienden a ubicarse en una posición intermedia, con una ley media más elevada que en los salares, pero con tonelajes entre los 5 y 10 millones de toneladas de LCE.

Gráfico 1.2
Relación ley-tonelaje de los principales tipos de depósitos de litio*
(En ppm)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de reportes públicos de empresas operadoras de los proyectos y publicaciones del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

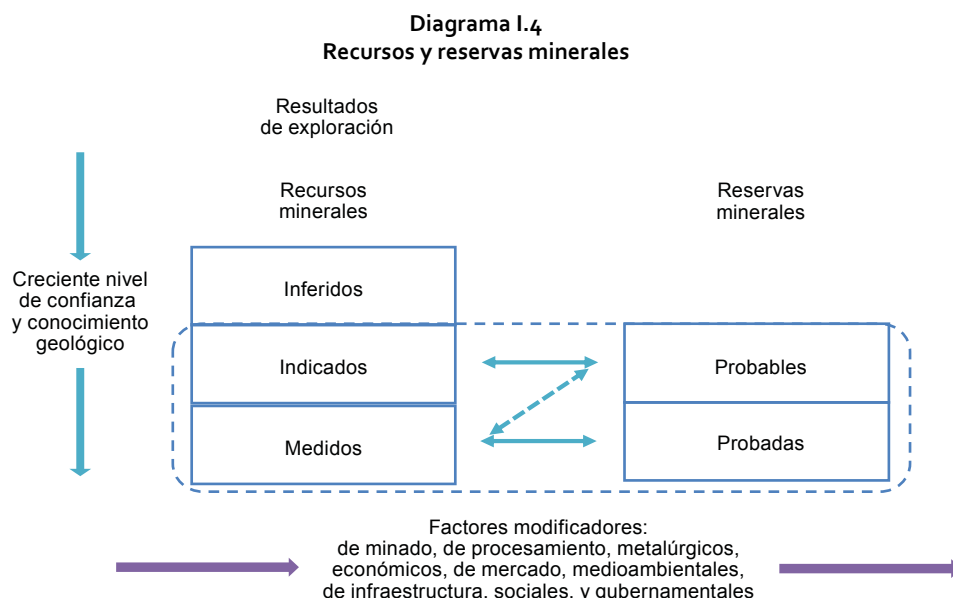
^a 1, Clayton Valley (USA); 2, Sonora (MEX); 3, Thacker Pass (USA); 4, Jadar (SRB); 5, Falchani (PER); 6, Rhyolite Ridge (USA); 7, Bonnie Claire (USA); 8, Cinovec (CZE); 9, Keliber (FIN); 10, Sadisdorf (GER); 11, Tanco (CAN); 12, Wodgina (AUS); 13, Greenbushes (AUS); 14, Pilgangoora (AUS); 15, Arcadia (ZWE); 16, Whabouchi (CAN); 17, Grota do Cirilo (BRA); 18, Pilgangoora (AUS); 19, Mt Holland-Lithium (AUS); 20, Mount Marion (AUS); 21, James Bay (CAN); 22, Mt Cattlin (AUS); 23, Mibra (BRA); 24, Manono (COD); 25, Goulamina (MLI); 26, Clayton Valley South (USA); 27, Uyuni (BOL); 28, Atacama (CHL); 29, Zhabuye (CHN); 30, Maricunga (CHL); 31, Cauchari-Olaroz (ARG); 32, Centenario-Ratones (ARG); 33, Salar del Rincón (ARG); 34, Tres Quebradas (ARG); 35, Salar de Olaroz (ARG); 36, Salar del Hombre Muerto (ARG); 37, Rincón (ARG); 38, Silver Peak (USA); 39, Pastos Grandes (ARG); 40, Alberta (CAN); 41, Tetra (USA).

3. Recursos y reservas

A la hora de evaluar la distribución del litio (y de cualquier otro mineral) y sus implicancias en el desarrollo resulta importante diferenciar los conceptos de recurso y reserva. Un “recurso mineral” es una concentración de material de interés económico, dentro o sobre la corteza terrestre, de tal forma que, por su calidad y cantidad, tiene perspectivas razonables para una eventual explotación económica. La ubicación, calidad, ley, continuidad y otras características geológicas de un recurso mineral son conocidas, estimadas o interpretadas desde evidencias geológicas específicas, muestreo y conocimiento. Los recursos minerales se subdividen de acuerdo con el creciente grado de confianza geológica en las siguientes categorías: inferidos, indicados y medidos (CRIRSCO, 2019).

Una “reserva mineral” es la parte de los recursos medidos y/o indicados cuya explotación es económicamente factible bajo las condiciones imperantes al momento de la evaluación. Se definen mediante los estudios de prefactibilidad y factibilidad, aplicando factores modificadores como minado, metalurgia, condiciones económicas y de mercado, legislación, factores ambientales, sociales y gubernamentales. Los resultados de estos estudios demostrarán que, al momento de emitir el informe, la extracción puede ser justificada razonablemente. Las reservas minerales se subdividen en orden del incremento de la confianza en reservas de mineral probable y reservas de mineral probado.

Simplificando estos conceptos, los recursos minerales pueden estimarse principalmente a partir de información geológica, con algunos aportes de otras disciplinas, mientras que las reservas minerales son un subconjunto de los recursos minerales sobre los que se han considerado los factores que afectan a su extracción, y que deben estimarse con el aporte de varias disciplinas (véase el diagrama I.4).



Fuente: Adaptado de CRIRSCO, 2019.

Consecuentemente, la sola existencia de una acumulación geológica de un mineral de interés no es suficiente para ser considerada una reserva mineral, ya que pueden existir numerosos inconvenientes que impidan su aprovechamiento económico, como la localización, bajas concentraciones del mineral en cuestión, la inexistencia de tecnología para su separación, o la presencia de sustancias o elementos “contaminantes” que acompañan a la mineralización y que encarecen o hacen inviable su extracción.

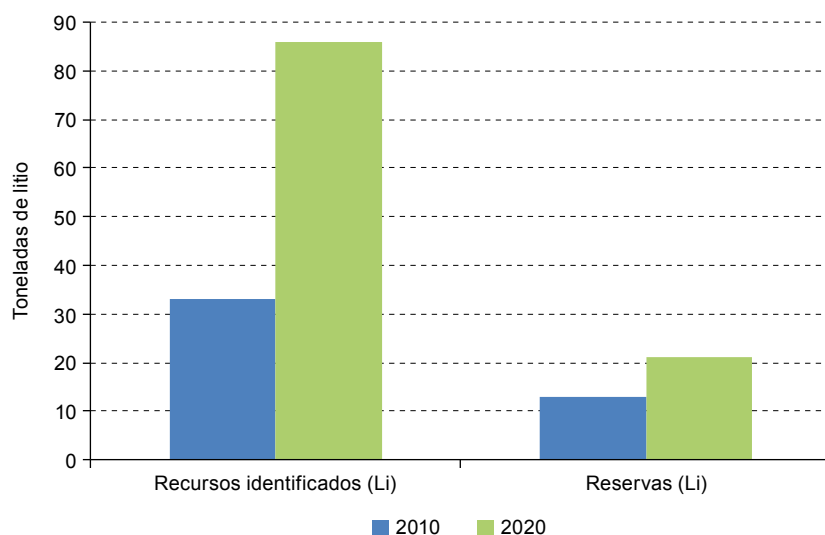
Por lo tanto, es importante reconocer que tanto los recursos como las reservas tienen un significado económico muy específico (más estricto en el caso de las reservas) y que no son una cifra fija, sino que son dinámicos. Por ejemplo, las reservas pueden aumentar cuando se descubren extensiones de una veta existente; o, cuando al haber un aumento del precio del mineral explotado, aumenta la proporción del yacimiento que se puede extraer. También puede darse la situación opuesta.

Las reservas representan sólo una pequeña proporción de los recursos de la corteza terrestre. La exploración y el desarrollo impulsados por la ciencia reponen continuamente las reservas a partir de recursos anteriormente no rentables o no descubiertos. Los datos históricos muestran que las reservas mundiales de la mayoría de los metales no han disminuido significativamente en relación con la producción a lo largo del tiempo. Esto se debe a que la exploración minera ha identificado más yacimientos y los avances tecnológicos transformaron recursos subeconómicos en económicos, por lo que se han repuesto los stocks de reservas.

Con respecto a esto, se puede tomar como ejemplo comparativo los recursos identificados⁶ y las reservas de litio mundial existentes en 2010 con las de 2020 (véase el gráfico I.3).

⁶ Recursos cuya ubicación, ley, calidad y cantidad se conocen o se estiman a partir de pruebas geológicas específicas. Los recursos identificados incluyen componentes económicos, marginalmente económicos y subeconómicos. Corresponde a la sumatoria total de los recursos medidos, indicados e inferidos (USGS).

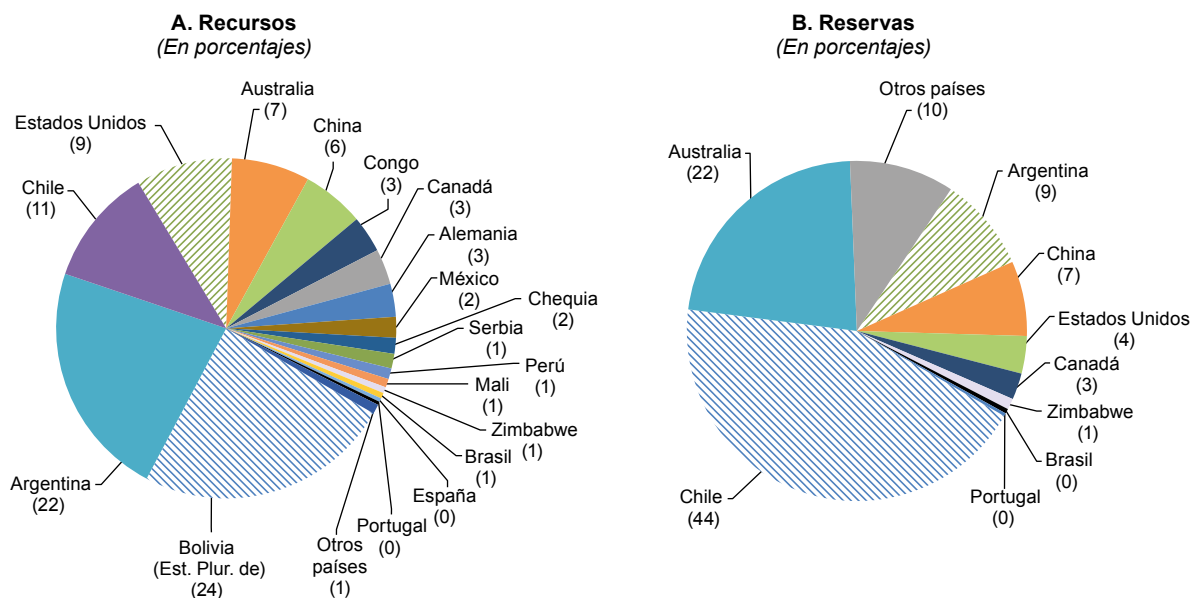
Gráfico I.3
Recursos identificado y reservas de litio, 2010 y 2020
(En millones de toneladas de litio)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

En el gráfico I.4, se observa que los recursos identificados de litio se concentran mayormente en los tres países que componen el denominado “Triángulo del litio”: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile. Con respecto a las reservas, se observa un cambio en la distribución, siendo Australia y Chile los países que explican la mayor parte.

Gráfico I.4
Inventario de recursos y reservas, 2020
(En porcentajes)



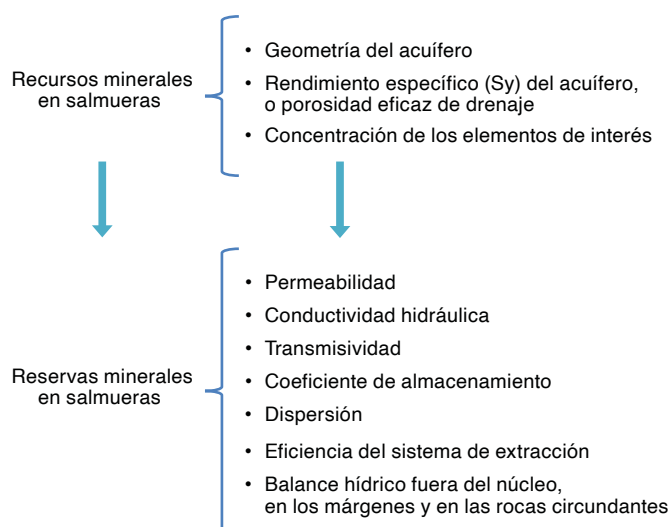
Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).

4. Particularidades de los recursos y las reservas en la industria del litio

La definición de lo que constituye un recurso mineral se basa tradicionalmente en la cuantificación basada en estudios de muestras de roca obtenidas mediante perforación y excavación. Dado que gran parte de los recursos de litio conocidos en la actualidad no se encuentran en un mineral sólido, sino en sales disueltas en una salmuera concentrada, la definición y, fundamentalmente, la estimación de estos recursos requiere utilizar otros criterios y considerar muchos factores que son diferentes que para el resto de los depósitos (véase el diagrama I.5). Las salmueras, además, constituyen un entorno móvil con un componente temporal, antes y durante la extracción.

Una característica importante para la evaluación del yacimiento de salmuera se relaciona con la necesidad de predecir de la manera más adecuada los modelos de flujo del acuífero una vez sometido a producción. Ello depende de los parámetros petrofísicos e hidráulicos de la roca que aloja la salmuera. También son necesarios los análisis químicos durante el bombeo a largo plazo y la interacción de la capa de salmuera con las capas de agua dulce, para evaluar las posibles intrusiones de estas últimas y la consecuente dilución de la salmuera de interés.

Diagrama I.5
Factores esenciales para la determinación de los recursos y reservas en salmueras



Fuente: Adaptado de CIM (2012).

Recuadro I.1
Estudio de caso 1: proyecto Salar de Cauchari Olaroz

Ubicación

El proyecto Cauchari Olaroz, propiedad de Minera Exar, un joint venture conformado por las firmas Ganfeng Lithium (46,7%), Lithium Americas (44,8%)^a y Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE) (8,5%), se ubica en el noroeste de Argentina, en la provincia de Jujuy, aproximadamente a 250 kilómetros de la ciudad capital (véase el mapa 1), a unos 3.950 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La conjunción de los salares Cauchari y Olaroz tiene una geometría elongada, con un eje mayor de 90 km en dirección norte-sur y un ancho de entre 10 km y 15 km en dirección este-oeste. El proyecto se encuentra adyacente a las instalaciones de Olaroz, la mina de litio operada por Sales de Jujuy, el joint venture que integran Allkem Ltd (66,5%), Toyota Tsusho (25%) y JEMSE (8,5%), en producción desde 2015.

Mapa 1
Ubicación de los salares Cauchari y Olaroz



Fuente: Lithium Americas Corp, 2020.

Geología, recursos y reservas minerales

En el área del depósito, la geología de superficie incluye sedimentos salinos en las áreas más deprimidas del salar, depósitos aluviales que se adentran en los límites del mismo, y rocas del basamento aflorantes en los bordes de la cuenca (véase el diagrama 1). En la superficie de los salares de Olaroz y Cauchari se encuentran arcillas de color marrón, intercaladas con arenas, concreciones de bórax y ulexita (minerales de boro), y aparece yeso como principal mineral de sulfato en los lodos superficiales; por su parte, la halita (cloruro de sodio) se encuentra en toda la superficie de ambos salares, pero es más dominante en el Salar de Olaroz.

Diagrama 1
Geología de superficie de la zona del salar de Olaroz

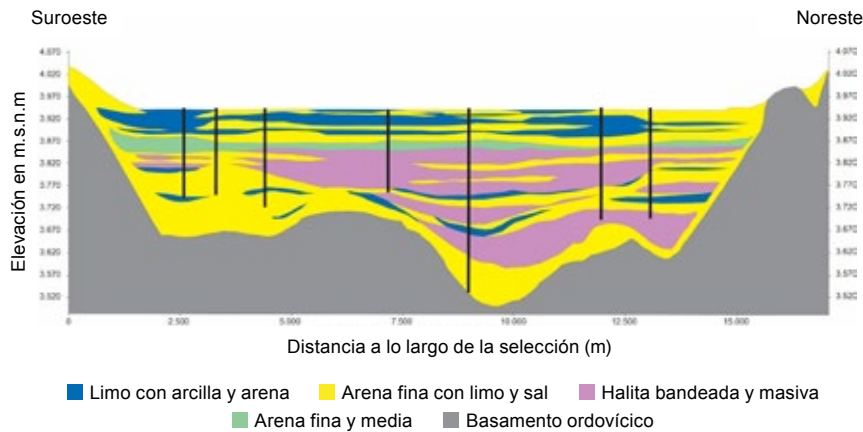


Fuente: Adaptado y traducido de Lithium Americas Corp (2020).

En el subsuelo del salar, se han identificado 5 unidades litológicas principales a partir de las perforaciones que alcanzan los 650 metros de profundidad (véase el diagrama 2).

- i) Unidad 1: limos rojos con arcillas y arenas minoritarias.
- ii) Unidad 2: halita bandeada con arcilla, limo y arena.
- iii) Unidad 3: arena fina con limo y capas de sal minoritarias.
- iv) Unidad 4: halita masiva y halita bandeada con arena.
- v) Unidad 5: arena media y fina.

Diagrama 2
Sección suroeste-noreste del salar, mostrando la distribución de la litología identificada en el subsuelo del salar, interpretada a partir de las perforaciones



Fuente: Lithium Americas Corp (2020).

La estimación de recursos minerales en las categorías de medidos, indicados e inferidos para el litio se basa en la cantidad total de este elemento presente en la salmuera que es teóricamente drenable desde el volumen del acuífero a granel. En el cuadro 1, se diferencian los volúmenes del acuífero y los volúmenes drenables que se han estimado. En este último aspecto se relaciona con los parámetros hidráulicos de cada una de las unidades litológicas mencionadas anteriormente. Los volúmenes en los que se determina que la concentración de litio es inferior al grado de corte de 300 mg/l no se incluyen en los cálculos de recursos. La estimación muestra que el recurso identificado total del proyecto alcanza los 24,6 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente, de las cuales, 1,95 millones han sido categorizadas como reservas probadas y probables.

Cuadro 1
Recursos y reservas minerales en el proyecto Salar Cauchari Olaroz

Recursos minerales					
Clasificación	Volumen del acuífero (m³)	Volumen de salmuera drenable (m³)	Concentración media de litio (mg/l)	Toneladas de litio	Toneladas de LCE
Recursos medidos	17 000 000 000	1 130 000 000	591	667 800	3 554 700
Recursos indicados	46 600 000 000	5 170 000 000	592	3 061 990	16 298 000
Recursos inferidos	13 300 000 000	1 500 000 000	592	887 300	4 722 700
Reservas minerales (asumiendo un 53,7% de eficiencia del proceso)					
Clasificación	Periodo de producción (años)	Volumen de salmuera bombeada (m³)	Concentración media de litio (mg/l)	Toneladas de litio	Toneladas de LCE
Reservas probadas	0 a 5	156 875 201	616	51 900	276 250
Reservas probables	6 a 40	967 767 934	606	314 830	1 675 770
Total	40	1 124 643 135	607	366 730	1 952 020

Fuente: Lithium Americas Corp (2020).
Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

Actualidad del proyecto

La construcción del proyecto comenzó en 2018 con el desarrollo de las pozas de evaporación. En junio de 2023, las empresas operadoras informaron que se había alcanzado el hito de lograr la primera producción de carbonato de litio, por lo que ya se encuentra en etapa de operación. La planta tiene la capacidad instalada para producir hasta 40.000 toneladas por año ("tpa") de carbonato de litio equivalente (LCE, por su sigla en inglés).

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Lithium Americas Corp (2020).
^a A mediados de 2023, Lithium Americas Corp se separó en dos empresas: Lithium Americas Argentina, que participa en los proyectos Cauchari-Olaroz (Minera Exar, 44,8%) y Pastos Grandes (100%) en la provincia de Salta, Argentina, y Lithium Americas que posee el proyecto Tracker Pass (100%) en Nevada, Estados Unidos.

Recuadro I.2 Estudio de caso 2: Greenbushes

Ubicación

En el extremo sur de Australia Occidental, a unos 250 kilómetros al sur de Perth, se encuentra la mina de litio de Greenbushes. Se trata del mayor proyecto del mundo para extraer este elemento a partir del mineral espodumeno.

Mapa 1
Ubicación general de la mina Greenbushes



Fuente: Adaptado de Partington (2018).

Historia

Greenbushes es el "yacimiento minero más antiguo y con más tiempo de explotación ininterrumpida" de la productiva región de Australia Occidental, según reseña la empresa Talison Lithium, una de las empresas a cargo del proyecto. Se inició en 1888 con la extracción de estaño, siendo el principal mineral hasta la década de 1990. Luego, entre 1992 y 2005 intensificó la producción de tantalio.

El desarrollo inicial del yacimiento de litio en Greenbushes comenzó en 1983 y la primera planta de procesamiento de litio se puso en marcha en 1985. Desde entonces, el yacimiento ha sufrido una serie de cambios de propiedad y consolidaciones hasta alcanzar su estado actual como proyecto de litio operado por Talison, con otros activos minerales industriales propiedad de Global Advanced Metals, con sede en Australia. Desde 2005, sólo se produce litio, aunque la mina tiene el potencial de producir estaño y tantalio.

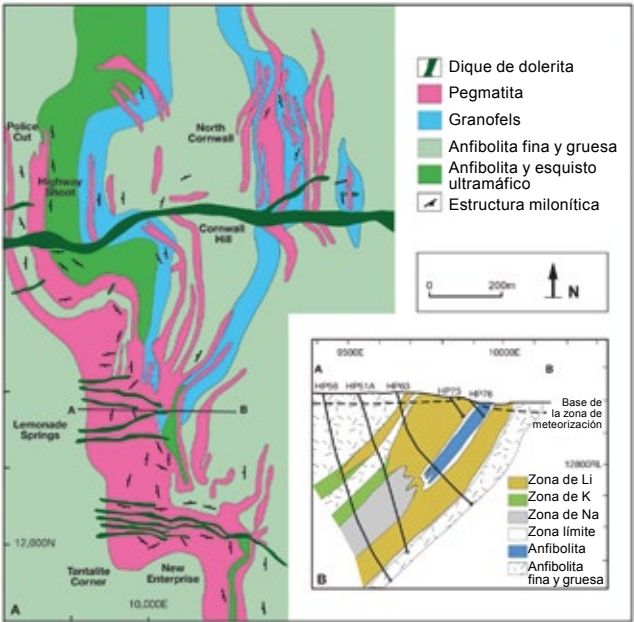
Actualmente, Talison Lithium es propiedad del joint venture entre Tianqi Lithium Corporation e IGO Limited (51%) y de Albemarle Corporation (49%).

Geología, recursos y reservas minerales

Las pegmatitas de Greenbushes pertenecen a la familia del litio-cesio-tantalio y tienen una antigüedad aproximada de 2.525 millones de años. El depósito consiste en una gran zona principal de más de 3 km de largo y hasta 300 m de ancho, con numerosos diques de pegmatita más pequeños que flanquean el cuerpo principal (véase el diagrama 1). Las pegmatitas de Greenbushes están zonificadas mineralógicamente en un estilo lenticular que interfiere a lo largo del rumbo y del buzamiento. La zona de litio tiene más de 2 km de longitud y está enriquecida con espodumeno, que a menudo constituye el 50% de la roca.

La última estimación de recursos disponible es del 31 de marzo de 2018. Allí, Talison clasificó la mayor parte del pit central como recursos minerales indicados, con solo un pequeño tonelaje de recursos minerales medidos, asignados a los stocks de mineral ya extraído. Las partes más profundas y periféricas del yacimiento, en las que la distancia media entre las perforaciones es más amplia, se han clasificado como recursos minerales inferidos. En el cuadro 1 se indican las estimaciones y las clasificaciones de los recursos y reservas minerales del depósito. El recurso total alcanza los 9,4 millones de toneladas de LCE.

Diagrama 1
Geología del depósito de pegmatitas en la mina Greenbushes^a



Fuente: Partington (2018).

^a En la sección A se observa la distribución de los cuerpos que flanquean a la estructura principal, formando un enjambre de diques pegmatíticos. En la sección B se observa cómo se dispone en profundidad el cuerpo mineralizado y la distribución de la zonación.

Cuadro 1
Inventario de recursos y reservas minerales de la mina Greenbushes^a

Recursos				Recursos			
Mineral en el pit				Mineral en stock			
Clasificación (código JORC)	Tonelaje de Mena (Mt)	Ley (Li ₂ O%)	Contenido de LCE (Mt)	Clasificación (Código JORC)	Tonelaje de Mena (Mt)	Ley (Li ₂ O%)	Contenido de LCE (Mt)
Recursos medidos	0,2	3,0	0,01	Recursos indicados	13,5	1,5	0,49
Recursos indicados	169,4	2,0	8,37	Recursos indicados (enriquecido)			
Recursos inferidos	8,9	1,3	0,29	Recursos indicados (empobrecido)	4,9	0,8	0,09
Total	178,5	2,0	8,82	Total	18,3	1,3	0,58
Reservas				Reservas			
Mineral en el pit				Mineral en stock			
Clasificación (código JORC)	Tonelaje de Mena (Mt)	Ley (Li ₂ O%)	Contenido de LCE (Mt)	Clasificación (código JORC)	Tonelaje de Mena (Mt)	Ley (Li ₂ O%)	Contenido de LCE (Mt)
Reservas probadas	0,2	3,0	0,01	Reservas probadas	10,13	1,4	0,36
Reservas probables	133,0	2,1	6,90	Total	10,13	1,4	0,36
Total	133,1	2,1	6,91				

Fuente: IGO Limited (2020).

^a La estimación tiene fecha efectiva el 31 de marzo de 2018.

En el diagrama 2 puede verse una representación esquemática de la zona mineralizada vista en planta, superpuesta al *pit* existente y una sección transversal donde se visualiza la disposición del cuerpo principal de la pegmatita, las reservas del yacimiento y el diseño de explotación.

Diagrama 2
Diseño del pit en el centro de la zona mineralizada (izq.). Ejemplo de sección transversal de la estructura y el pit (der.)



Fuente: IGO Limited (2020).

Actualidad de la operación

Greenbushes cuenta con una serie de minas a cielo abierto y tres instalaciones de procesamiento: una planta que produce alrededor de 150.000 tpa de concentrados de litio de calidad técnica (con un grado de 5,0-7,2% de Li_2O) y dos plantas con una producción combinada de cerca de 1.200.000 tpa que producen concentrados de litio de calidad química (con un grado de 6,0% de Li_2O). Además, en febrero de 2022 inició operaciones una planta de tratamiento de relaves con una capacidad de producción prevista de 280.000 tpa de concentrados de grado químico durante 6 años.

Asimismo, existen dos proyectos de expansión para aumentar la capacidad de producción anual más allá de 1,2 millones de toneladas de concentrado de espodumeno de grado químico (Albermarle Corp, 2023; Argus Media, n.d). La tercera planta de concentrados de grado químico ya está en construcción y se prevé que entre en operaciones durante el segundo trimestre de 2025. En cambio, la cuarta planta de concentrados de grado químico está solo en planes y se prevé que comience a producir durante el primer trimestre de 2027.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de IGO Limited (2020).

Recuadro I.3 Estudio de caso 3: proyecto Sonora Lithium

Ubicación

El proyecto de litio Sonora se encuentra en el noroeste de México, en el estado de Sonora. Se ubica a 170 km al sur de la frontera entre México y Estados Unidos, y a tres horas al noreste de la capital del estado, Hermosillo, una ciudad de aproximadamente 700.000 habitantes (mapa 1). La elevación media en la zona del proyecto es de 900 m.s.n.m., con picos montañosos con elevaciones de hasta 1.440 m.s.n.m. Las unidades de arcilla que alojan la mineralización afloran en los valles intermontanos.

Mapa 1
Ubicación del proyecto de litio Sonora



Fuente: Bacanora Lithium (2018).

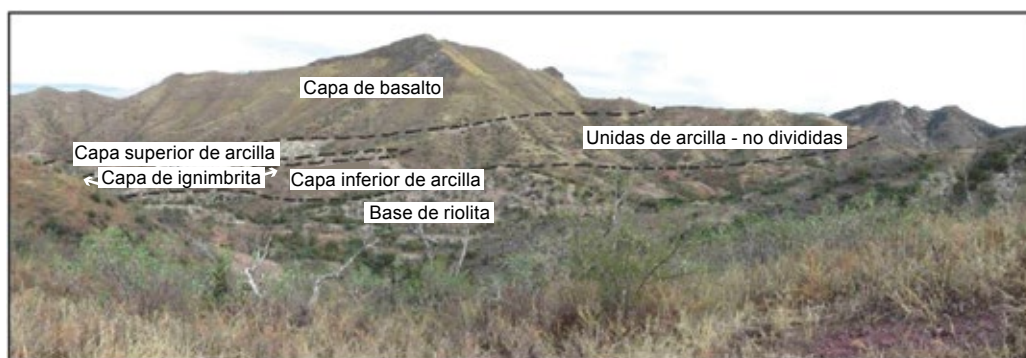
Geología

Las secuencias sedimentarias portadoras de litio están bien definidas y se distinguen de las volcánicas circundantes por su color pálido y su estratificación fina a media. Se considera que los controles de la secuencia sedimentaria y la mineralización resultante siguen la morfología de un lago en el que se depositaron las arcillas.

Los niveles portadores de litio se presentan en dos unidades discretas: una unidad de arcilla inferior y una unidad de arcilla superior. El espesor medio de la unidad inferior es de aproximadamente 20 m, llegando a 40 m en algunos lugares. Por su parte, la unidad superior, tiene un grosor medio de 22 m y alcanza más de 70 m. Ambas unidades están separadas por un estrato de ignimbrita de espesor medio de 6 m (véanse la foto 1 y el diagrama 1).

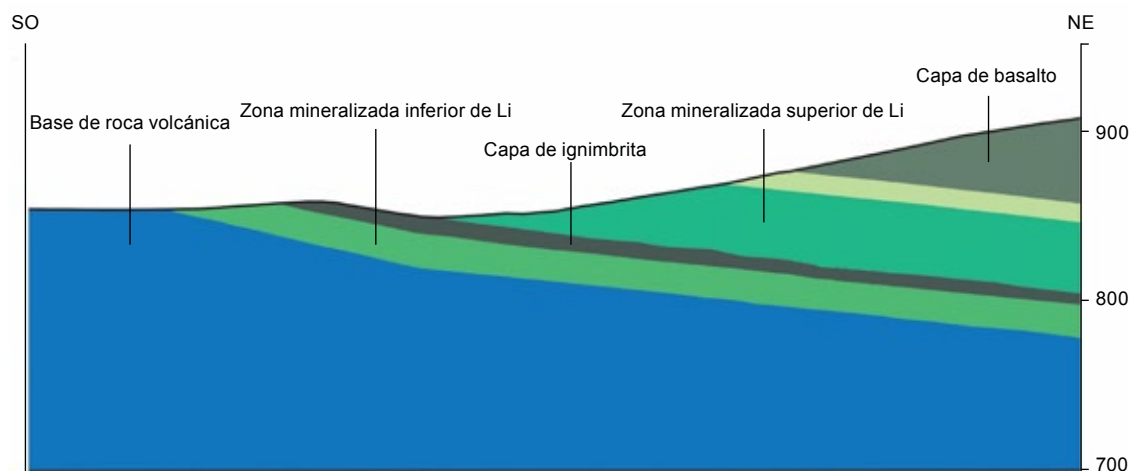
Tanto la unidad de arcilla inferior como la superior constan de varias subunidades mineralizadas, que, en general, consisten en intercalaciones de capas de arcilla rica en litio con capas finas de areniscas, limolitas y sedimentos tobáceos.

Foto 1
Vista al noreste de los estratos aflorantes en la zona central del proyecto Sonora Lithium



Fuente: Bacanora Lithium (2018).

Diagrama 1
Sección esquemática de la geología del subsuelo, con vista al noroeste, en la zona central del proyecto Sonora Lithium



Fuente: Bacanora Lithium (2018).

Las secuencias sedimentarias que contienen litio se distinguen fácilmente en el campo de las volcánicas circundantes por sus características distintivas. En el área del proyecto, estas unidades tienen una continuidad de 7,6 km de longitud, en parte aflorando en la superficie, y en parte, cubiertas por niveles basálticos, pero reconocidas mediante perforaciones. El yacimiento permanece abierto tanto en profundidad como lateralmente, por lo tanto, queda por comprobar mediante nuevas perforaciones la extensión real.

Recursos minerales

Para la estimación de los recursos minerales se ha observado que las zonas arcillosas identificadas en el proyecto son de una complejidad geológica razonablemente baja y los contactos con las capas estériles son fáciles de definir. Los recursos minerales medidos se han limitado a la zona delineada durante un programa de relleno de 2016, donde la distancia aproximada entre los sondeos es de 100 a 200 m.

Los recursos minerales indicados se han limitado a una zona más amplia donde la distancia aproximada entre los pozos de perforación es de 200 a 300 m. Por su parte, los recursos minerales inferidos se han limitado a las áreas en las que hay un mayor espaciamiento de perforación y afloramiento, extendiéndose unos 200 m más allá de la perforación más profunda.

Cuadro 1
Recursos y reservas minerales del proyecto Sonora Lithium

Recursos				
Clasificación	Tonelaje de Mena (Mt)	Ley de Li (ppm)	Contenido de Li (t)	Contenido de LCE
Recursos medidos	103	3 480	359 000	1 910 000
Recursos indicados	188	3 120	588 000	3 130 000
Recursos inferidos	268	2 650	710 000	3 779 000
Total	559	2 964	1 657 000	8 819 000
Reservas				
Clasificación	Tonelaje de Mena (Mt)	Ley de Li (ppm)	Contenido de Li (t)	Contenido de LCE
Reservas probadas	80	3 905	313 000	1 666 000
Reservas probables	164	3 271	535 000	2 849 000
Total	244	3 478	848 000	4 515 000

Fuente: Bacanora Lithium (2018).

Las reservas minerales del proyecto Sonora Lithium están contenidas en un diseño de open pit basado en el conocimiento actual del yacimiento, la información geotécnica, los costos de operación estimados, las recuperaciones y el precio de venta proyectado del carbonato de litio.

Actualidad del proyecto

La empresa Bacanora Lithium Plc publicó el estudio de factibilidad del proyecto Sonora Lithium en enero de 2018. La propuesta consiste en una mina a cielo abierto y una instalación de procesamiento de carbonato de litio, con un plan de explotación de 19 años. La producción anual comenzaría con 17.500 toneladas por año (tpa) de carbonato de litio de grado de batería (etapa 1), durante los primeros cuatro años del proyecto, seguido de una expansión propuesta, mediante la duplicación de la planta, para alcanzar una capacidad de 35.000 tpa (etapa 2). Desde entonces, la empresa ha estado operando una planta piloto en Hermosillo, que ha producido productos de litio de alta calidad, con pureza superior al 99,5%. Esta planta busca optimizar el diagrama de flujo metalúrgico que, básicamente, consiste en molienda de las arcillas, tostado a 900°C en presencia de sulfatos para formar sulfato de litio hidrosoluble; seguido por lixiviación con agua y eliminación de impurezas. Finalmente, la solución enriquecida se somete a evaporación forzada, precipitación y purificación del carbonato de litio de grado de batería.

En junio del año 2019, la empresa china Ganfeng Lithium Co., Ltd., productora líder de compuestos de litio, comenzó a participar del proyecto Sonora Lithium mediante un acuerdo de inversión y un *offtake agreement*^a con Bacanora Lithium Plc y una participación en Sonora Lithium Ltd. Estas dos empresas, mediante acuerdo de *joint venture*, poseen el proyecto y cada una es responsable de su parte de las inversiones de capital. Entre 2020 y 2021, Ganfeng Lithium amplió su participación en ambas empresas, por lo que el proyecto pertenece en su totalidad a la empresa china (Ganfeng Lithium, 2023). El monto inicial para poner en marcha la operación en su primera etapa, alcanza los US\$ 420 millones (Bacanora Lithium, 2021).

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Bacanora Lithium (2018, 2021).

^a Acuerdo entre un productor y un comprador para comprar o vender una parte o toda la producción esperada en el futuro.

B. Lección 2: el ciclo minero y sus etapas

1. Minería: conceptos fundamentales

En primer lugar, se debe destacar algunas características propias de la actividad minera que la diferencian de muchas otras actividades. Esta se basa en dos puntos fundamentales que motivan su desarrollo: por un lado, la existencia de un mercado que demanda minerales o sustancias de origen mineral; y, por otro lado, la existencia y acumulación geológica de esas sustancias en la corteza terrestre.

A diferencia de otras actividades, la actividad minera no puede localizarse donde se desee o se considere más ventajoso: la minería debe realizarse donde se encuentra el yacimiento mineral. En la mayoría de los casos, esa locación no cuenta con la infraestructura óptima para su desarrollo y, consecuentemente, es necesario crear todas las condiciones para su aprovechamiento, lo que implica inversión adicional a la de la propia actividad minera.

La calidad y las características de los depósitos minerales son variables. Si bien se los agrupa en modelos o tipos, como se describió para el caso de litio más arriba, no todos son iguales y cada uno tiene particularidades que inciden en su desarrollo. Para un mismo modelo de depósito, la ubicación, la escala del yacimiento, la concentración del mineral principal, la presencia de subproductos, o el contenido de minerales “contaminantes” para el método de extracción, por nombrar algunos, entre otros factores, pueden definir la viabilidad de su aprovechamiento.

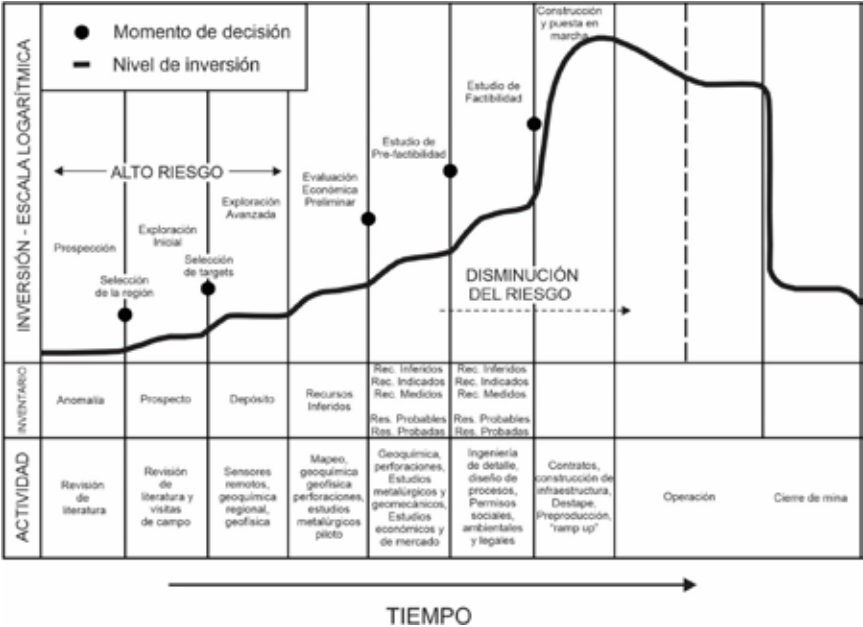
Una vez dimensionados, los recursos y las reservas minerales de un proyecto, dentro de ciertos márgenes, se consideran fijos en tamaño. Por lo tanto, están sujetos a agotamiento. Más allá de que la exploración puede incrementar la vida útil o agregar nuevos depósitos al proyecto principal, esta situación no es la regla, sino más bien, es la excepción.

2. Etapas de los proyectos mineros

La industria minera es una actividad de alto riesgo que depende de muchos factores. Sobre todo, en las etapas previas a la operación, donde los recursos se vuelcan a una inversión en actividades que se espera no tendrán ningún retorno (lo que se denomina costo hundido). Cada etapa tiene sus características propias y el avance a una siguiente depende de los resultados obtenidos en las previas, y lógicamente, del financiamiento que se obtenga para afrontar cada una de estas.

El diagrama I.6 muestra las principales etapas de los proyectos mineros en el tiempo y la relación de estas con los montos relativos de inversión, las actividades asociadas y los inventarios de recursos y reservas.

Diagrama I.6
Etapas de un proyecto minero y su relación con los montos relativos de inversión, las actividades asociadas y los inventarios de recursos y reservas



Fuente: Moon, Whateley y Evans (2006); Tulcanaza (2013).

- **Prospección.** Es el conjunto de trabajos realizados en superficies de gran magnitud, que conducen a la detección de anomalías y sitios favorables para la mineralización y la ubicación de posibles yacimientos con potencial para el siguiente paso.
- **Exploración inicial.** Etapa destinada a captar y analizar información del o de los cuerpos que eventualmente constituyan a un yacimiento. En esta fase se realizan trabajos tales como geofísica, muestreo geoquímico, análisis de laboratorio, análisis geoestadísticos, entre otros. En esta etapa, los datos o densidad del muestreo aún no son suficientes para una estimación de recursos.
- **Exploración avanzada.** El objetivo en esta fase es realizar una primera estimación del recurso mineral, caracterizado en términos de tonelaje y ley. Se intenta dimensionar el yacimiento, lo cual constituye la base para iniciar la evaluación económica preliminar.
- **Evaluación económica preliminar (PEA, por sus siglas en inglés).** Este estudio incluye un análisis técnico y económico de la viabilidad “potencial” de los recursos minerales. La PEA puede basarse en recursos minerales medidos, indicados o inferidos, o en una combinación de cualquiera de estos y puede justificar razonablemente el avance hacia un estudio de pre factibilidad.
- **Estudio de pre-factibilidad (PFS, por sus siglas en inglés).** Comprende la ingeniería básica conceptual de un proyecto, donde ya se puede establecer un método de minado y un método eficaz de procesamiento mineral. Incluye un análisis financiero basado en supuestos razonables sobre los factores modificadores que permiten que todo o parte del recurso mineral puede ser clasificado como reserva mineral.
- **Estudio de factibilidad (DFS, por sus siglas en inglés).** Es un estudio técnico y económico completo de la opción de desarrollo seleccionada para un proyecto mineral, que incluye evaluaciones detalladas de los factores modificadores y de todos aquellos que sean necesarios para demostrar que la extracción está razonablemente justificada al momento de la evaluación. Los resultados del estudio pueden razonablemente servir como base para una decisión final para el desarrollo del proyecto.
- **Construcción y puesta en marcha.** También denominada “desarrollo”, constituye la realización de obras de infraestructura y preparación del yacimiento para comenzar el aprovechamiento del depósito. Es el momento en el que se debe realizar la mayor inversión de capital.
- **Operación/producción.** Es el estado operativo de una mina activa, cuando se lleva a cabo la extracción y comercialización del producto mineral.

Se debe destacar que sólo es posible hablar de reservas minerales una vez que se haya realizado el estudio de pre-factibilidad. Esto conlleva la realización de tareas complejas que exigen inversiones significativas y permiten conocer más detalles del yacimiento. Antes de esta etapa, se puede contar con estimaciones de recursos minerales, pero sin precisiones acerca de la viabilidad real de su aprovechamiento.

Otro aspecto para resaltar es que durante las etapas de exploración (desde la prospección hasta la conclusión del estudio de factibilidad) solo hay inversión. Es decir, no hay ningún tipo de retorno. El momento crítico es el de la construcción, donde el capital a hundir se incrementa en varias veces.

3. Desarrollo de proyectos de litio

Hay muchos depósitos y proyectos de litio alrededor del mundo. Sin embargo, aquellos que están en etapas avanzadas, próximos a la toma de decisión de construcción y puesta en marcha son menos numerosos. Esto se relaciona con varios de los aspectos mencionados, entre los que se encuentra el tiempo que lleva la exploración y la evaluación de todos los parámetros que definen la factibilidad.

La duración de las etapas de desarrollo de proyectos de litio varía según el tipo de depósito mineral. Las diferencias se acentúan en las etapas avanzadas. Concretamente, una comparación directa entre los proyectos en base a pegmatitas y aquellos que se desarrollan a partir de salmueras de cuencas cerradas permite destacar particularidades y diferencias que son de interés.

La extracción a partir de pegmatitas tiene características propias de la minería tradicional de explotación a cielo abierto, con perforación, voladura y carguío, y con circuitos convencionales de trituración y recuperación por gravedad de separación en medios densos. Esto conlleva bajos costos de capital inicial y un plazo corto de construcción. A esto se suma que, en muchos casos las minas actuales se desarrollaron sobre antiguas operaciones con antecedentes de producción de minerales (como en Australia, con minas de estaño y wolframio). Si bien su reactivación ha requerido inversiones, las operaciones cuentan con buena parte de la infraestructura necesaria.

Recuadro I.4

Estudio de caso 4: el caso del proyecto Wodgina, Australia

El caso del proyecto Wodgina representa un ejemplo de la incidencia de las características de los depósitos pegmatíticos en el rápido desarrollo y producción de derivados de litio.

Las pegmatitas de Wodgina se encuentran en un antiguo proyecto de tantalio y estaño, situado a unos 109 km al sur de Port Hedland, en el noroeste de Australia Occidental. La planta de procesamiento de tantalio de Wodgina fue operada por Global Advanced Metals Pty Ltd (GAM) desde 1989 hasta 2012, y posteriormente se descubrió que las pegmatitas eran ricas en litio, en minerales de espodumeno.

En septiembre de 2016, Mineral Resources Limited (MRL) completó un acuerdo con GAM que consistió en la adquisición del yacimiento y toda la infraestructura asociada, incluyendo una estación eléctrica de 13 MW alimentada a gas, un campamento para 387 personas, la planta de procesamiento y los derechos mineros (a excepción de los relacionados al tantalio, los cuales quedaron en poder de GAM). Con la compra, MRL veía favorecida la sinergia con sus otras actividades de servicios mineros que desarrollaba en la región de Pilbara y a partir de entonces, tomó el control de todas las instalaciones e inició la construcción de la infraestructura para la explotación de los minerales de litio^a.

El 27 de febrero de 2017, MRL comenzó las operaciones mineras en el sitio de Wodgina y el 18 de abril del mismo año realizó el primer envío de mineral de espodumeno, denominado "DSO" (Direct Ship Ore) con destino a China. Se trataba de un cargamento de 113.993 toneladas con aproximadamente el 1,5% de Li_2O . Este primer envío cumplía con el objetivo de la empresa de exportar entre 100.000 y 200.000 toneladas de mineral de litio DSO al mes^b.

En marzo de 2018, MRL comenzó la construcción de una planta de concentrado de espodumeno, que consistiría en tres módulos capaces de producir una cantidad nominal de 250.000 toneladas de producto concentrado al 6%. Los módulos se construirían en diferentes etapas entre 2018 y 2019, alcanzando una capacidad final de 750.000 toneladas anuales de producto al 6%^c.

A mediados de 2018, la empresa decidió disminuir la producción de DSO, entendiendo que se obtendría mayor rentabilidad con la producción de concentrado de espodumeno, una vez que esté construida la planta correspondiente^d.

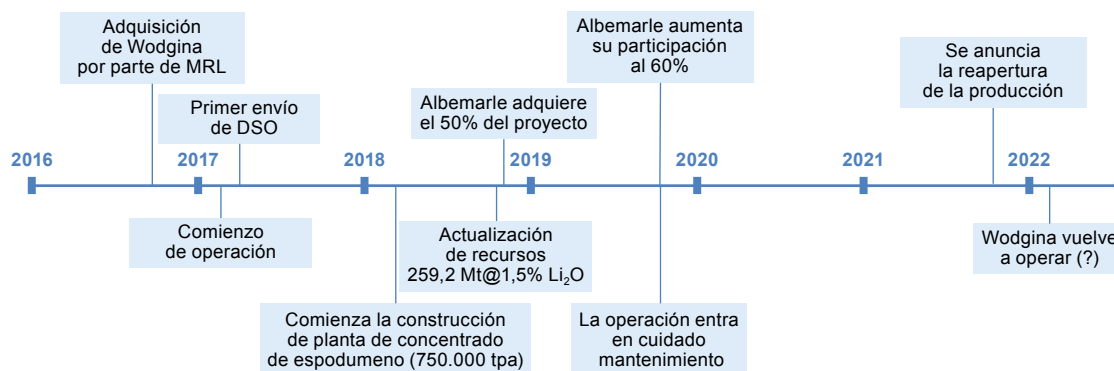
La exploración del yacimiento, llevada a cabo desde su adquisición hasta octubre de 2018, dio como resultado una estimación de recurso de 259,2 millones de toneladas de minerales de pegmatita con una ley media de 1,17% de Li_2O , lo que lo convierte en uno de los depósitos de litio de roca dura más grandes del mundo. El programa exploratorio incluyó la perforación de 76.849 metros en 295 taladros nuevos, y la recuperación del mayor número posible de muestras de perforaciones antiguas del almacén de Wodgina para volver a analizar las zonas de pegmatitas y determinar el porcentaje de litio contenido^e.

En diciembre de 2018, Albemarle Corporation adquirió el 50% de Wodgina, formando un *joint venture* denominado MARBL Lithium para llevar a cabo la producción de concentrado de espodumeno e hidróxido de litio^f. En noviembre de 2019, ese acuerdo se modificó, pasando a poseer Albemarle, el 60% del proyecto, y al mismo tiempo, se decidió poner en cuidado y mantenimiento, dadas las condiciones de mercado en ese momento. La construcción de la planta de concentrado de espodumeno, ya había alcanzado, por entonces, el 99%, con el módulo 1 listo para entrar en producción^g.

Ya con un cambio en el control del proyecto y con la mina suspendida, los esfuerzos de Albemarle se centraron en la construcción de la planta de hidróxido de litio en Kemerton, situada en el suroeste de Western Australia, cerca de la ciudad de Bunbury. Sin embargo, la flexibilidad de estos proyectos basados en pegmatitas se refleja una vez más en el anuncio realizado por las empresas en octubre de 2021, donde indican que retomarán la operación de

Wodgina en los primeros meses de 2022. En un primer momento, se centrarán en volver a poner en marcha uno de los tres módulos de procesamiento de 250.000 toneladas anuales, y cuando la demanda del mercado sea suficiente, se podrán en marcha los módulos restantes. El sitio de la mina cuenta ahora con una central eléctrica de gas de 64 MW, un campamento con capacidad para 700 personas y hasta un aeródromo propio^h.

Diagrama 1
Línea de tiempo del desarrollo de la mina de litio Wodgina, Australia



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los anuncios oficiales de la empresa operadora (Mineral Resources Limited).

Fuente: Elaboración propia.

^a Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2016).

^b Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2017).

^c Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018).

^d Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018).

^e Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018).

^f Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018).

^g Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2019).

^h Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2021).

Otra ventaja que tienen las operaciones de pegmatitas es que no tienen ninguna dependencia directa de las condiciones climáticas, como sí ocurre en las minas en salares, basadas en métodos evaporíticos. Estas particularidades fueron determinantes para el rápido crecimiento de la producción australiana desde 2018.

Los depósitos de salmueras en cuencas cerradas ofrecen ventajas en términos de costos operativos bajos y recursos abundantes. Sin embargo, enfrentan el desafío de tiempos de desarrollo prolongados en varias etapas. Durante la exploración avanzada, se requieren numerosos ensayos en plantas piloto para determinar el método adecuado debido a la complejidad química del salar.

Los depósitos de salmueras también tienen costos de capital más altos que los proyectos de pegmatitas, aunque sus costos operativos son más bajos. Las plantas de salmueras necesitan inversiones iniciales promedio de \$300-400 millones, mientras que los depósitos de pegmatitas se desarrollan con alrededor de \$100 millones.

Una vez superados los desafíos de las etapas iniciales y de financiación, con el método evaporítico, los tiempos de preconcentración de las salmueras se pueden complicar debido a las condiciones climáticas: menos radiación solar o precipitaciones inesperadas (al diluir las salmueras en las pozas) pueden demorar la evaporación.

Estos factores hacen que el tiempo de residencia de las salmueras en las pozas sea de 18 a 24 meses antes de que alcancen la concentración adecuada para su procesamiento. Esta circunstancia hace que los proyectos basados en salmueras sean menos flexibles ante cambios en la demanda de productos de litio en comparación con los de depósitos de pegmatitas.

Recuadro I.5 Estudio de caso 5: el caso del proyecto Olaroz, Argentina

La planta de litio de Olaroz está situada en la provincia de Jujuy, en el norte de Argentina, a unos 230 km al noroeste de la capital, Jujuy. Las operaciones se encuentran a una altura de 3.900 m.s.n.m. y producen carbonato de litio a partir de salmueras del Salar de Olaroz. El proyecto es operado por Allkem Limited^a (Orocobre Limited hasta agosto de 2021, cuando se fusionó con Galaxy Resources) en un *joint venture* con Toyota Tsusho Corporation y en asociación con la empresa minera provincial Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE).

Las primeras tareas realizadas en el sitio por Orocobre fueron muestreos de pozos en el salar en una cuadrícula variable entre marzo y mayo de 2008, para evaluar las concentraciones de litio y la geología superficial. Hacia fines del mismo año, llevó a cabo un programa de perforación en el yacimiento.

En 2009, la empresa estimó un recurso inicial inferido de 350 millones de metros cúbicos con 800 mg/l de litio y 6.600 mg/l de potasio hasta 55 metros de profundidad, lo que equivale a 1,5 millones de toneladas de carbonato de litio y 4,4 millones de toneladas de cloruro de potasio. Con esos resultados, realizó un estudio de evaluación económica preliminar (o P.E.A., por sus siglas en inglés) que indicó el potencial para desarrollar una operación de larga duración con una producción de 15.000 toneladas por año (tpa) de carbonato de litio y 36.000 tpa de potasa^b.

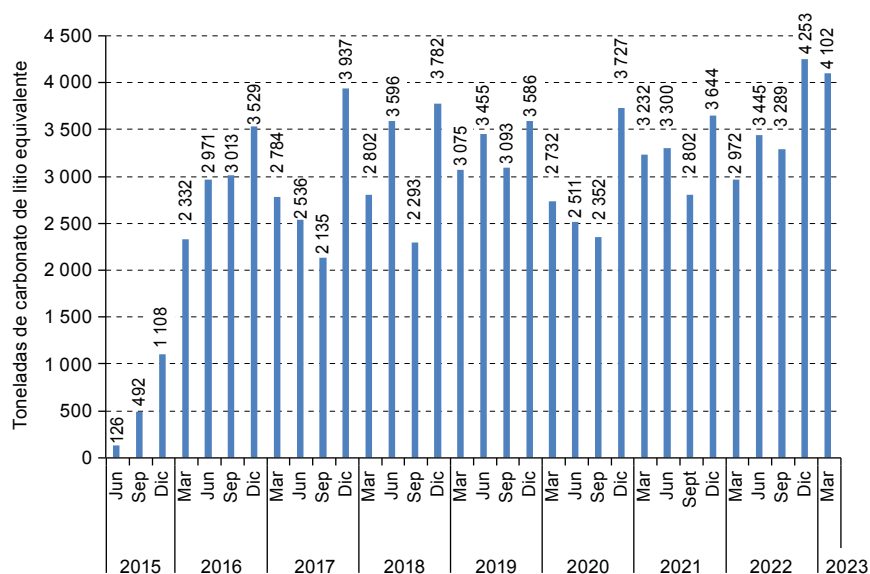
En octubre de 2010, la empresa comenzó a operar una planta piloto en el salar de Olaroz, luego de 18 meses de haber estado desarrollando la ruta del proceso para tratar la salmuera, basándose en el método de la operación "Silver Peak" utilizado en Clayton Valley, Nevada, desde finales de la década de 1960^c. En mayo de 2011, Orocobre recibió los resultados del estudio de factibilidad definitivo para el proyecto Olaroz. Según el estudio, la operación tendría una capacidad de producción de 16.400 toneladas de carbonato de litio, con un costo de capital de 207 millones de dólares^d.

En octubre de 2012, Orocobre firmó un acuerdo con Toyota Tsusho Corporation (con quien ya había conformado el *joint venture* en 2010) para financiar la construcción del proyecto. Para esta etapa, se ajustaron los parámetros de diseño, llevando el valor final de producción esperada a 17.500 toneladas de carbonato de litio, y un costo de capital de 229 millones de dólares. En el mes de noviembre, comenzó la construcción del proyecto^e.

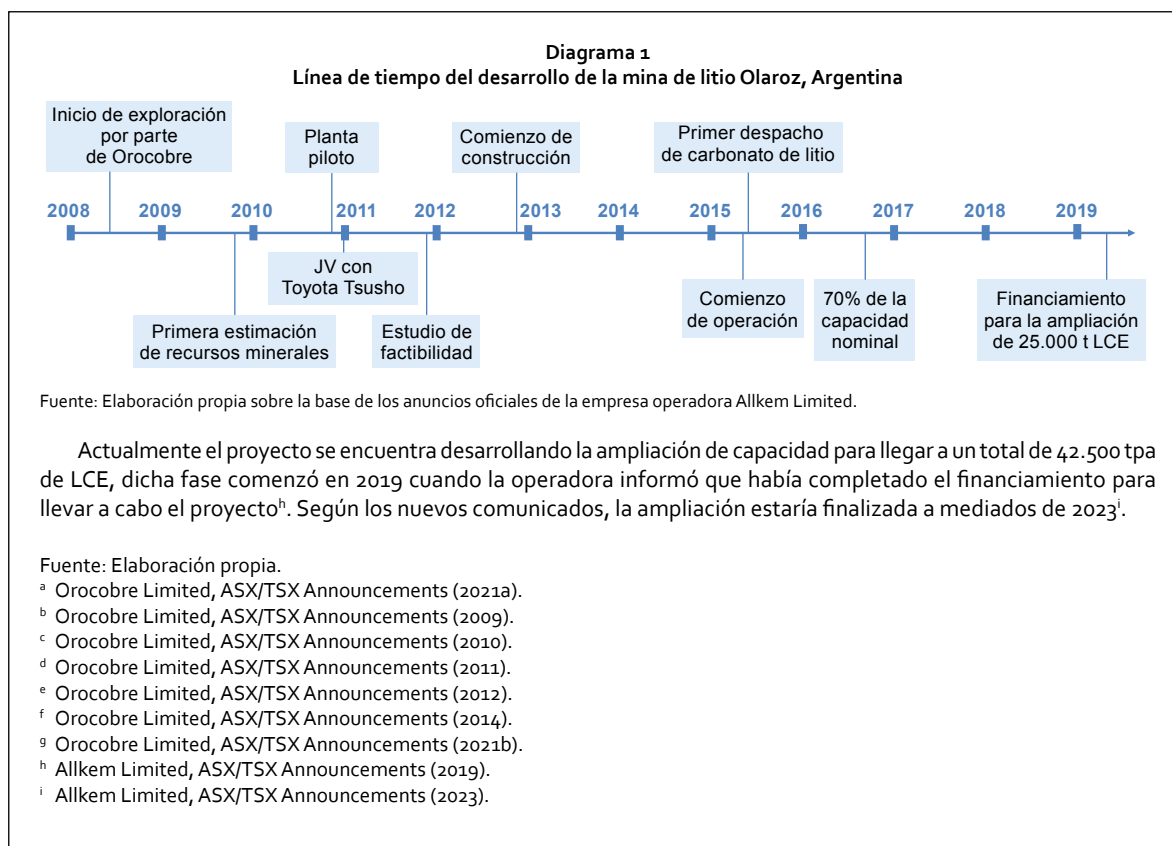
Poco más de dos años después, en febrero de 2015, se completó la puesta en marcha de la planta, tras haber dejado operativos los circuitos finales de purificación de carbonato de litio. En abril del mismo año, se realizó el primer despacho de litio hacia Europa^f.

Luego del inicio de operación en 2015, la producción fue desarrollando un crecimiento sostenido (*ramp up*), con mejoras que le permitieron llegar al 70% de la capacidad nominal hacia junio de 2016 (véase el gráfico 1). Desde entonces, ha tenido variaciones trimestrales, relacionadas principalmente a condiciones climáticas y paradas de mantenimiento programadas. En términos anuales, se observa un desempeño que varía entre un 65% y un 75% de la capacidad instalada de la operación.

Gráfico 1
Desempeño de la producción de la operación de Olaroz desde 2015
(Toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE))



Fuente: Elaboración propia sobre la base de informes de la empresa operadora Allkem Limitedg.



C. Lección 3: tecnologías y costos en la producción de litio

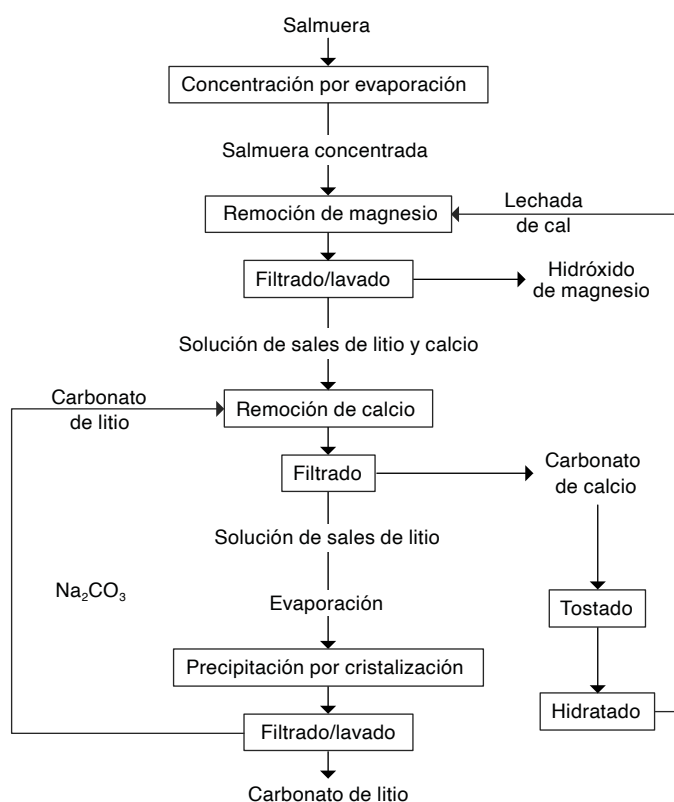
1. Producción en depósitos de salmueras

El proceso de extracción más utilizado en la actualidad en este tipo de depósitos es el denominado “evaporítico”. Consiste en el bombeo de la salmuera desde los acuíferos mineralizados, ubicados en el subsuelo de los salares y su almacenamiento en una serie de grandes pozas o piletas de evaporación al aire libre. La salmuera de litio se concentra mediante evaporación solar y eólica desde valores del orden de 500-2.000 partes por millón (ppm) hasta alcanzar una concentración de aproximadamente 60.000 ppm de litio (o 6%) (Albemarle Corporation Website, 2020), por un período que puede extenderse entre 12 y 24 meses (Flexer, Baspineiro y Galli, 2018).

Además de litio, las salmueras suelen contener altas concentraciones de magnesio, potasio y sodio, así como muchos otros elementos, incluido el boro (Bradley y otros, 2017). Esos elementos adicionales y sales precipitan de acuerdo con su grado de solubilidad y se extraen de los primeros estanques de la serie, en lo que se denomina “cosecha”. La evaporación continúa en los estanques posteriores hasta que se alcanza la concentración óptima para el procesamiento. Una vez logrado ese punto, la salmuera se bombea a una planta de recuperación, donde las especies químicas que no se precipitan espontáneamente en las pozas deben eliminarse mediante un tratamiento químico.

El diagrama I.7 muestra un diagrama de flujo generalizado del método evaporítico tradicional, con los principales pasos del procesamiento. Allí se observa que el magnesio es eliminado de la salmuera en forma de hidróxido mediante la adición de cal (la cual puede ser en parte reciclada del mismo circuito), en un proceso que se denomina encalado. La eliminación del calcio se realiza con posterioridad en forma de carbonato. Es menester aclarar que esto es una simplificación del proceso y que cada proyecto lleva sus adaptaciones de acuerdo con la química de la salmuera original.

Diagrama I.7
Flujo generalizado del método evaporítico tradicional para la obtención de carbonato de litio a partir de salmueras de salares



Fuente: Meshram, Pandey y Mankhand (2014).

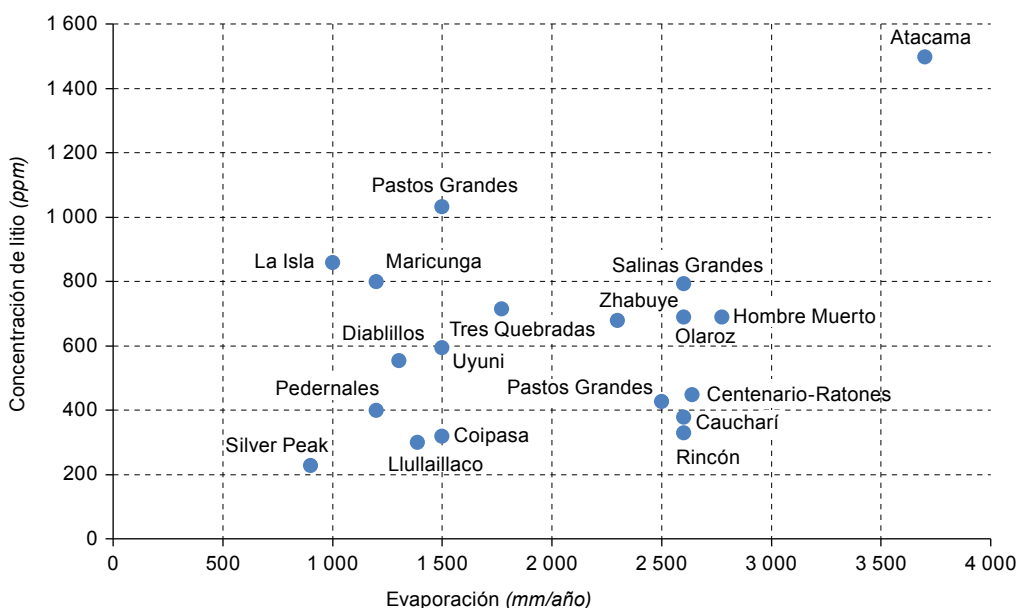
En los siguientes pasos, ya dentro de la planta propiamente dicha, uno de los primeros es la eliminación de los boratos. Este proceso suele realizarse mediante extracción por solventes, generalmente usando soluciones con compuestos orgánicos. La salmuera enriquecida, y ya con gran parte de las impurezas extraídas en etapas anteriores, se trata finalmente con carbonato de sodio (o *soda ash*, cuya fórmula química es Na_2CO_3), para obtener carbonato de litio. El producto se filtra y se seca para su venta.

Para realizar la producción de carbonato de litio de grado batería, se realiza la purificación con dióxido de carbono (CO_2). Mediante la absorción de CO_2 , el intercambio de iones y la desorción de CO_2 , se eliminan todos los contaminantes que aún quedan en el producto y se vuelve a precipitar el carbonato de litio, cumpliendo con las especificaciones para el grado de batería. Este refinamiento puede realizarse en la misma planta de procesamiento, en el sitio del salar, o puede llevarse a cabo en instalaciones en otra ubicación, como sucede en las operaciones chilenas, donde la salmuera concentrada es transportada a plantas fuera del salar de Atacama donde son procesadas y obtenidos los derivados. En estas locaciones se cuenta con infraestructura más apta para llevar a cabo los procesos más complejos que se requieren.

Los principales productos obtenidos de las operaciones en base a salmueras son los carbonatos de litio de grado técnico y de grado batería. Si bien pueden producirse otros derivados menos comunes como hidróxido de litio, cloruro de litio, bromuro de litio y el butil-litio (Samco Technologies, Inc. (SAMCO), 2018), su producción requiere reactivos y procesos diferentes, también realizados en plantas específicas. Por ejemplo, para obtener hidróxido de litio se utiliza una reacción de carbonato de litio con cal. Aunque este proceso no es complejo, presenta varios inconvenientes como la necesidad de un alto grado de pureza de los componentes de partida y la gran pérdida de litio arrastrada por el carbonato cálcico como residuo sólido (Grageda y otros, 2020). En América del Sur, solo SQM en Chile produce hidróxido de litio a partir de salmueras (Jones, Acuña y Rodríguez, 2021).

Un rasgo distintivo de este método de producción es el aprovechamiento de las condiciones climáticas presentes en las zonas de los yacimientos —que son en parte también, responsables de su formación. Las regiones donde se ubican los depósitos de salmueras continentales están entre las zonas con más altas tasas de evaporación en el mundo (véase el gráfico I.5). Este factor, sumado a las bajas precipitaciones, permite llevar a cabo la concentración y separación de algunas sales sin la necesidad de energía adicional a la empleada para el bombeo. Esto se traduce en bajos costos operativos y en una baja huella de carbono en el proceso. Como contrapartida, el tiempo que demora esta parte del proceso es muy prolongado y tiene una alta dependencia del clima, por lo que una menor irradiación o fenómenos imprevistos de precipitaciones, pueden demorar las tasas de evaporación o diluir las salmueras en las pozas.

Gráfico I.5
Tasas de evaporación y concentración de litio en salmueras de diferentes depósitos a nivel mundial
(En pmm y mm/año, respectivamente)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Cochilco (Comisión Chilena del Cobre, 2013) e informes públicos de empresas operadoras de proyectos.

2. Producción en depósitos pegmatíticos

El proceso de extracción en este tipo de depósitos tiene características propias de la minería tradicional a cielo abierto, con procesos de perforación de las rocas mineralizadas, voladura y carguío, y con circuitos convencionales de trituración, molienda y separación por gravedad para refinar el mineral y prepararlo para su posterior procesamiento. El contenido promedio de óxido de litio (Li_2O) en el material que es procesado es de 1,5%; mientras que los concentrados producidos logran concentraciones de 6,0 a 6,5% de Li_2O . Las operaciones mineras actuales generalmente cuentan con plantas de procesamiento, que producen concentrados de espodumeno de grado técnico y de grado químico (Talison Lithium Website, 2021). A partir de este concentrado se pueden elaborar dos productos diferentes: carbonato de litio e hidróxido de litio.

Para la obtención de carbonato de litio se debe calentar el concentrado mineral por encima de los 1.100 °C para convertir la fase cristalina del litio de alfa a beta. Esto permite que el litio presente en el mineral sea desplazado por el sodio. El concentrado se trata con ácido sulfúrico y se separan los residuos de la solución concentrada, mientras que la precipitación elimina el magnesio y el calcio del líquido. Por último, se añade carbonato de sodio y el carbonato de litio resultante se cristaliza, se filtra y se seca con una pureza superior al 90% (Meshram y otros, 2014).

Para producir hidróxido de litio (LiOH), el concentrado se lixivia de manera de recuperar el litio en solución acuosa como hidróxido de litio. Básicamente, el proceso consiste en los siguientes pasos: el concentrado mineral se tuesta con cal o piedra caliza, formando un clínker (producto granulado obtenido por calcinación de caliza) que se lixivia con ácido sulfúrico y, luego, se somete a tostado; la solución resultante, sulfato de litio, se filtra y se cristaliza como hidróxido de litio monohidratado (Ebben y Carlson, n.d.).

El proceso de producción de derivados de litio a partir de pegmatitas presenta bajos costos de capital inicial y cortos plazos de construcción, en relación con los proyectos en salmueras. Una de las grandes ventajas es la posibilidad de producir hidróxido de litio sin la necesidad de producir carbonato de litio como paso intermedio. También es muy importante el hecho de que, a diferencia de los proyectos en salares, no hay dependencia de las condiciones climáticas.

Entre las desventajas, la más importantes se relaciona con los costos operativos, que son mayores, fundamentalmente debido a los tipos de tratamientos que se realizan, como por ejemplo para la trituración y molienda de minerales silicatados duros, que implican mayor demanda de energía, además del desgaste de herramientas utilizadas durante la operación.

3. Costos

a) Costos de capital

Las operaciones en depósitos de salmueras tienen, en promedio, un mayor costo de capital que las operaciones en depósitos en pegmatitas. Además, se aprecian diferencias en la composición de estos costos. En el primer caso, la comparación de cuatro proyectos en América del Sur⁷, muestra que la mayor parte de los costos de desarrollo corresponden a la construcción de piletas de evaporación, las plantas de tratamiento y la infraestructura asociada. Es necesario considerar que cada proyecto tiene sus particularidades y variaciones, por eso, en el cuadro I.1, se presentan los porcentajes promedio y los rangos de variación.

Cuadro I.1
Desagregación de costos de capital promedio para proyectos de litio en salares

Categoría	Porcentaje promedio	Rango de variación (En porcentajes)
Pozos de producción	6	3,4-8,9
Piletas de evaporación	23	18,4-25,7
Planta de remoción de sales y de carbonato	22	12,8-31,0
Infraestructura y servicios asociados	23	15,2-30,0
Costos indirectos	16	8,0-28,4
Otros (reactivos)	11	8,0-18,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de informes públicos de empresas operadoras de proyectos.

En las operaciones de pegmatitas, en sus etapas iniciales, hasta la producción de concentrado de espodumeno, hay una gran participación del costo de capital en la construcción de la planta de procesamiento, que incluye en general las líneas de trituración, molienda y los concentradores. Le sigue en orden de importancia la infraestructura asociada a la operación, que puede contemplar almacenes, campamentos e instalaciones de energía. La preparación del yacimiento, o desarrollo de la mina, implica un costo de capital menor en comparación con el resto de las categorías. El cuadro I.2 muestra la composición promedio del costo de capital de cinco proyectos de litio en pegmatitas⁸, con los rangos de variación en cada categoría.

⁷ Salar Blanco (Chile), Olaroz (Argentina), Cauchari-Olaroz (Argentina), Pastos Grandes (Argentina).

⁸ Pilgangoora (Australia), Mt Cattlin (Australia), Mt Holland (Australia), Goulamina (Mali), Grota do Cirilo (Brasil).

Cuadro I.2
Desagregación de costos de capital promedio para proyectos de litio en pegmatitas

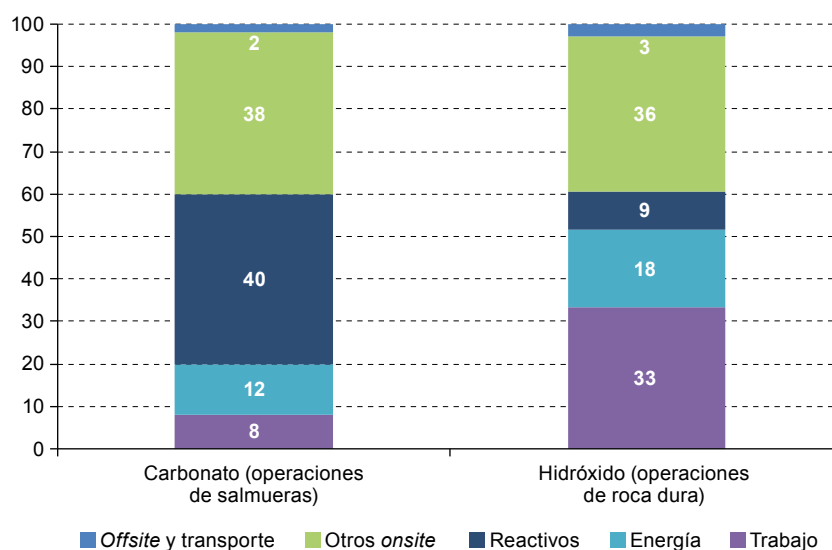
Categoría	Porcentaje promedio	Rango de variación (En porcentajes)
Desarrollo de la mina (destape y pre-producción)	8	5-15
Planta de procesamiento	59	30-79
Infraestructura	15	7-30
Costos Indirectos	10	1-20
Contingencias	9	6-14

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de informes públicos de empresas operadoras de proyectos.

b) Costos operativos

Las estructuras de costos operativos para los proyectos en salmueras y rocas duras difieren en cuanto a su desagregación por tipo de insumo. En el primer caso, para la producción de carbonato de litio, el costo en reactivos químicos tiende a ser el principal componente, seguido por el resto de las actividades “*onsite*”, que incluye la remoción y el transporte de sales de las pozas, el mantenimiento de las operaciones y del campamento. Con respecto a las rocas duras, para la producción de hidróxido de litio, los principales componentes son los de extracción y procesamiento del mineral (véase el gráfico I.6).

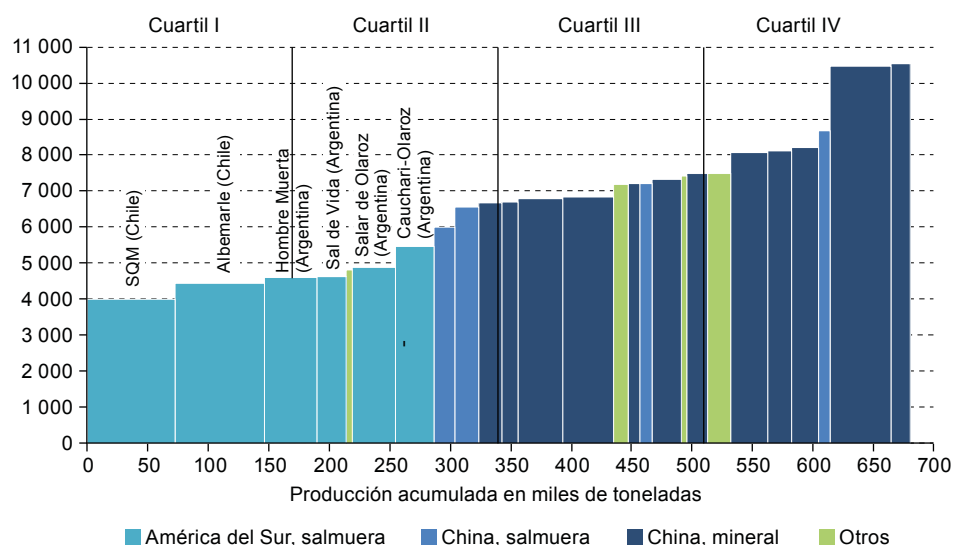
Gráfico I.6
Desagregación de costos operativos promedio en salmueras (carbonato de litio) y pegmatitas (hidróxido de litio)
(En porcentajes)



Fuente: Adaptado de Comisión Chilena del Cobre (2020).

El gráfico I.7 presenta la proyección de la curva de costos de carbonato de litio para el 2025. Los productores a base de salmuera en Chile y Argentina ocupan la mitad inferior de la curva por, debajo de los 5.500 dólares por tonelada de LCE. Por su parte, los convertidores de mineral en China ocupan la parte superior de la curva. En 2020, el costo marginal de producción de hidróxido fue de aproximadamente 2.000 dólares por tonelada de LCE más alto que el del carbonato.

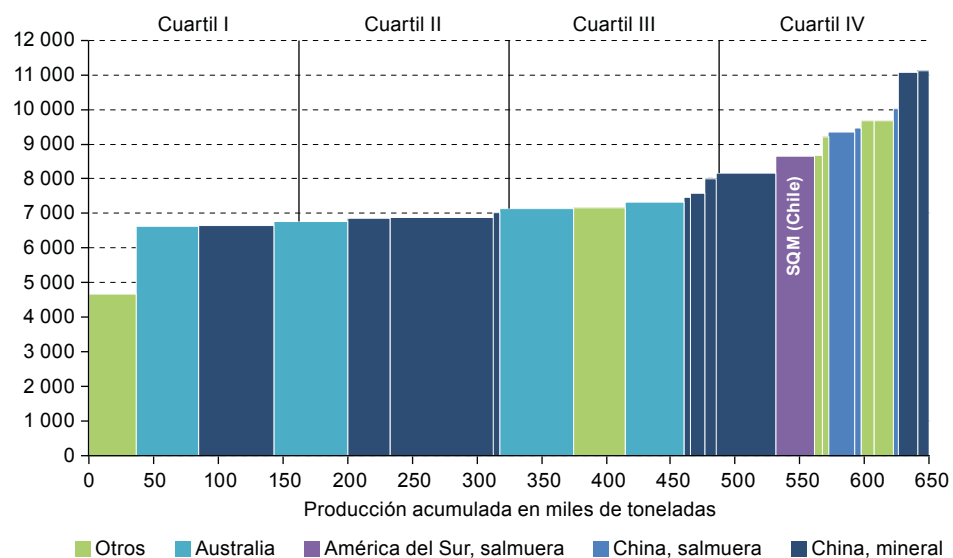
Gráfico I.7
Proyección de curva de costos de producción de carbonato de litio, 2025
(Dólares por tonelada)



Fuente: Jones, Acuña y Rodríguez (2021).

El gráfico I.8 presenta la curva de costos de producción de hidróxido de litio, proyectada a 2025. Los cuartiles inferiores, en este caso, corresponden a los convertidores chinos que operan, principalmente, a partir de concentrado de espodumeno australiano. El único productor en América del Sur de este compuesto es SQM que, como puede observarse, operan en el cuartil superior. Esto se debe a que, en este caso, los costos de producción incluyen el del carbonato de litio (en este caso, valuados a precios de mercado). Ello es así porque, en el caso de la producción a partir salares, el hidróxido de litio se produce a partir de este insumo, ya que no existe aún una tecnología en el mercado que permita producir hidróxido a partir de una concentración de salmueras en un estadio anterior.

Gráfico I.8
Proyección de curva de costos de producción de hidróxido de litio, 2025
(Dólares por tonelada)



Fuente: Jones, Acuña y Rodríguez (2021).

4. Desarrollo de métodos alternativos para depósitos en salmueras

El método evaporítico tradicional utilizado para la producción de compuestos de litio a partir de salmueras ha presentado algunos inconvenientes relacionados con su desempeño operativo. Entre ellos se encuentran factores ya discutidos, como la lentitud del proceso y la dependencia de las condiciones climáticas. Asimismo, el método tiene bajos factores de recuperación de litio. Buena parte de este elemento queda atrapado en las sales que precipitan de manera simultánea en las pozas de evaporación. Se estima que el método evaporítico tradicional tiene una recuperación de entre el 15% y 40% (Grant y Barros, 2020).

Asimismo, en los últimos años han crecido los planteos relativos a la sustentabilidad ambiental de este método. Uno de ellos se relaciona con el balance hídrico de las cuencas en donde se desarrollan los proyectos. Si se bombea salmuera del salar con demasiada rapidez y se permite que los niveles de salmuera descendan, con ello se moverían las interfaces con el agua dulce, afectando la disponibilidad de este recurso en las partes externas del sistema (Grant y Barros, 2020).

A raíz de esto, muchas empresas comenzaron a evaluar alternativas que permitan: i) reducir las tasas de bombeo de salmuera y mejorar las tecnologías de procesamiento en superficie, con el propósito de aumentar la recuperación y producir la misma cantidad de litio; o ii) extraer el litio de la salmuera y reinyectar la salmuera estéril en el salar, un enfoque denominado extracción directa de litio (o DEL, por sus siglas en inglés).

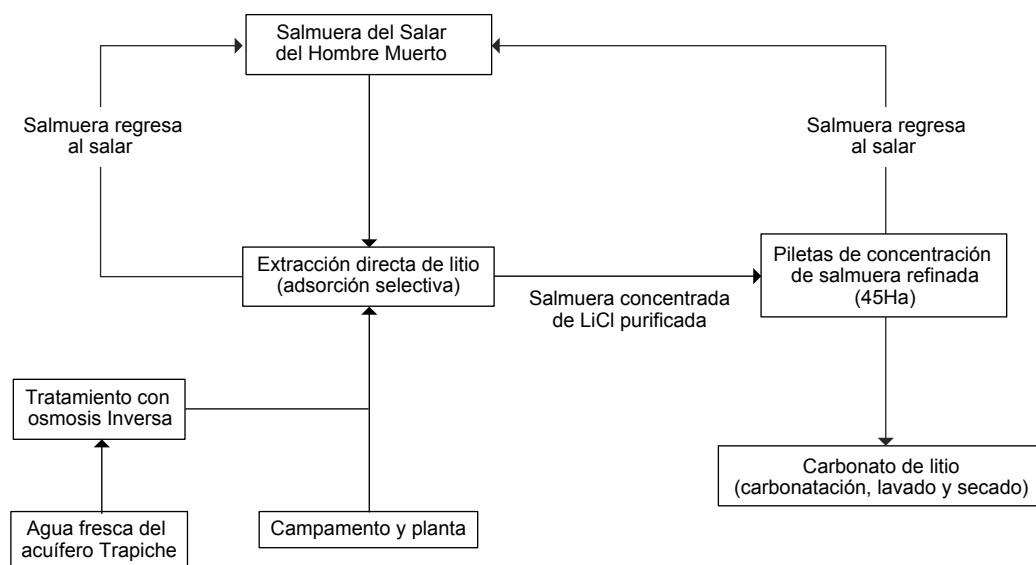
La investigación de estas alternativas se relaciona también con la evaluación de depósitos de otras salmueras como las de campos petrolíferos y las hidrotermales. La ubicación de estas fuentes, en general, no se asocia con las condiciones climáticas que favorecen la evaporación natural como parte del proceso (Stringfellow y Dobson, 2021).

Las nuevas metodologías evaluadas para la extracción directa del litio de las salmueras incluyen técnicas como la precipitación y las tecnologías de adsorción, que incluyen las resinas de intercambio iónico, nuevos sorbentes emergentes, como los óxidos metálicos, la separación con disolventes comúnmente utilizados para la extracción de metales y nuevos disolventes específicos para el litio; la extracción por solventes; la separación con membranas, las que se diseñan para realizar procesos de nanofiltración; la ósmosis inversa, y los procesos electroquímicos (Stringfellow y Dobson, 2021).

Estas técnicas son consideradas por diferentes proyectos que todavía no están en operación, con la excepción de Livent Corporation, en Argentina, donde se realiza adsorción selectiva mediante el uso de resinas especiales (véase el diagrama I.8) (Livent, 2023). Además, los diferentes proyectos prevén combinaciones de estas técnicas, lo que depende muchas veces de las características químicas de cada salmuera a utilizar. Esto quiere decir que no hay un método único que pueda considerarse como el principal o definitivo para reemplazar la tecnología tradicional.

Por otro lado, se estima que la extracción directa de litio tendría costos de capital iniciales más elevados que los métodos evaporíticos (Wall, 2019) y que requerirá una cuidadosa atención a los costos operativos. En general, se trata de procesos que implican mayor demanda de energía —por ejemplo, para forzar procesos de evaporación en las plantas— y mayor uso de agua dulce o agua industrial, por la hidrometalurgia que se desarrolla. Otro aspecto para tener en cuenta es la reinyección de la salmuera en los salares, lo que requiere conocer correctamente las características de los acuíferos y la hidrogeología de las cuencas.

Diagrama I.8
Flujo simplificado del proceso de adsorción selectiva utilizado por Livent Corp. en el Salar del Hombre Muerto, Catamarca, Argentina



Fuente: Livent Corporation (2021).

Bibliografía

- Albemarle Corp. (2023), "SEC Technical Report Summary Pre-Feasibility Study Greenbushes Mine Western Australia", <https://fintel.io/doc/sec-albemarle-corp-g15913-ex961-2023-february-15-19403-3937> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Albemarle Corp. (2020) [en línea] <https://www.albemarle.com/businesses/lithium/resources--recycling/lithium-resources> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Allkem Limited (2023), "March 2023 Quarterly Activities Report", *ASX/TSX Announcements* <https://www.allkem.co/investors/reports-and-results> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Allkem Limited (2023), "Lithium Chemicals", *ASX/TSX Announcements*, [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Allkem Limited (2019), "Finalisation of Olaroz Stage 2 finance facility", *ASX/TSX Announcements*, <https://www.allkem.co/investors/asx-announcements> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Bacanora Lithium (2018), "Technical Report on the Feasibility Study for the Sonora Lithium Project", Mexico, (NI 43-101 Technical Report) https://bacanoralithium.com/_userfiles/pages/files/documents/bacanorafstechnicalreport25012018_compressed.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Bowell, R., Lagos, L., de los Hoyos, C. y Declercq, J. (2020), "Classification and Characteristics of Natural Lithium Resources", *Elements*, vol. 16, pp. 259-264.
- Bradley, D.C., Stillings, L.L., Jaskula, B.W., Munk, LeeAnn, y McCauley, A.D. (2017), "Lithium", *Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply*, K. J. Schulz, Jr. DeYoung John H., R. R. Seal II, & D. C. Bradley (comps.), U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, pp. K1–K21.
- Černý, P. y Scott, E. (2005), "The classification of granitic pegmatites revisited", *The Canadian Mineralogist*, vol. 43, pp. 2005-2026.
- CIM (2012), "CIM Best Practice Guidelines for Resource and Reserve Estimation for Lithium Brines", Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, <https://mrmr.cim.org/media/1041/best-practice-guidelines-for-reporting-of-lithium-brine-resources-and-reserves.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Comisión Chilena del Cobre (2020), "Oferta y demanda de litio hacia 2030", Santiago de Chile, <https://miningpress.com/pdfjs/web/viewer.php?file=/public/archivos/NfzzB7SWSP9Ghra8T8e35ptUS6TobJeAl49R5mUp.pdf&title=COCHILCO%3A+OFERTA+Y+DEMANDA+DE+LITIO+HACIA+2030> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

- Comisión Chilena del Cobre (2013), "Mercado Internacional del Litio ", Santiago de Chile, Documento nro. DE/09/2013, https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado_Internacional_del_Litio.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- CRIRSCO (2019), "International Reporting Template for the Public Reporting of Exploration Targets, Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves", https://mrmr.cim.org/media/1177/crirsko_international_reporting_template_november_2019.pdf [Fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Deng-hong Wang, Hong-zhan Dai, Shan-bao Liu, Cheng-hui Wang, Yang Yu, Jing-jing Dai, Li-jun Liu, Yue-qing Yang y Sheng-chao Ma (2020), "Research and exploration progress on lithium deposits in China", *China Geology*, vol. 3, N° 1, pp. 137-152.
- Ebben Alex y Carlson Carie (n.d.), "Spodumene Makes A Comeback in the Rush for Lithium", *Feeco International Inc.* <https://feeco.com/spodumene-makes-a-comeback-in-the-rush-for-lithium/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Evans, K. (2008), "An abundance of Lithium. Part two", https://web.archive.org/web/20180423214019id_/http://www.evworld.com/library/KEvans_LithiumAbundance_pt2.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Evans, K. (2014), "10 – Lithium", *Critical Metals Handbook*, Gunn, G. (ed.), Nottingham, UK, John Wiley & Sons, Ltd.
- Flexer, V., Baspineiro, C. F. y Galli, C. I. (2018), "Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing", *Science of the Total Environment*, Vol. 639, pp. 1188-1204.
- Ganfeng Lithium (2023), [en línea] https://www.ganfenglithium.com/about_en/id/5.html [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Grageda, M., González, A., Quispe, A. y Ushak, S. (2020), "Analysis of a Process for Producing Battery Grade Lithium Hydroxide by Membrane Electrodialysis", *Membranes*, Vol. 10, N° 198, pp. 1-21.
- Grant, A. y Barros, A. (2020). "Chile's Lithium Industry May Need a Tech Upgrade", *Jade Cove Partners*, www.jadecove.com/research/chilelithiumtechupgrade [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- IGO Limited (2020), "Igo to Acquire Interest in Global Lithium JV with Tianqi" <https://www.igo.com.au/site/PDF/4c55e99a-9216-420d-8223-3fb28e838ff2/IGOinvestsinGlobalLithiumJVwithTianqi> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Jones, B., Acuña, F. y Rodríguez, V. (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", *Documentos de Proyectos LC/TS.2021/89*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Kharaka, Y. K., & Hanor, J. S. (2003), "5.16 - Deep Fluids in the Continents: I. Sedimentary Basins", *Treatise on Geochemistry*, Turekian, K y Holland, H. (eds.), Elsevier Pergamon, Oxford, UK, pp. 1-48.
- Lithium Americas Corp (2020), "Updated Feasibility Study and Mineral Reserve Estimation to Support 40,000 tpa Lithium Carbonate Production at the Cauchari-Olaroz Salars, Jujuy Province, Argentina", NI 43-101 Technical Report, <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1440972/000106299320005006/exhibit99-1.htm> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Livent Corporation (2023), "Resource and reserve Report. Pre-Feasibility Study Salar del Hombre Muerto", <https://livent.com/wp-content/uploads/2023/06/2023-Livent-Resource-and-Reserve-Report-Salar-del-Hombre-Muerto.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Livent Corporation (2021), "Powering Progress. 2020 Sustainability Report", https://livent.com/wp-content/uploads/2021/06/Livent_2020_Sustainability_Report_ENGLISH.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Meshram, P., Pandey, B.D., y Mankhand, T.R. (2014), "Extraction of lithium from primary and secondary sources by pre-treatment, leaching and separation: A comprehensive review", *Hydrometallurgy*, Vol. 150, pp. 192-208.
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2021), "MARBL JV to restart Wodgina Lithium Mine" [en línea] <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/02440344.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2019), "Mineral Resources and Albemarle Corporation complete Wodgina Lithium Project Transaction, establish Joint Venture and agree on a way forward", <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/02168284.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018), "Wodgina Mineral Resource and Ore Reserve update", <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/02037855.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018), "Quarterly exploration and mining activities report January to March Q3 FY2018", <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/01977005.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018), "Investor Presentation", [en línea] <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/02010910.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2018), "Execution of agreement to facilitate sale of 50% of Wodgina and joint venture with Albemarle", <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/02060253.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2017), "First shipment of DSO from Wodgina" [en línea] <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/01848470.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mineral Resources Limited, ASX Announcements (2016), "Completion of Wodgina Mine Assets Purchase", <https://clients3.weblink.com.au/pdf/MIN/01777676.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Moon, C. J., Whateley, M. E. G. y Evans, A. M. (2006), *Introduction to Mineral Exploration*, Malden, MA, Blackwell Publishing.
- Orocobre Limited (2021a), ASX/TSX Announcements, "Orocobre announces FY21 Results and implementation of merger with Galaxy Resources", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=7959> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited (2021b), ASX/TSX Announcements, "Orocobre Limited Commences Construction of 17,500 Tonnes Per Annum Olaroz Lithium Carbonate Project" [en línea] <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=2103> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited, ASX/TSX Announcements (2016), "Annual Report 2016", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=5459> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited, ASX/TSX Announcements (2014), "Olaroz Commissioning Complete", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=2283> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited, ASX/TSX Announcements (2011), "Progress with Olaroz final approvals process", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=2125> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited, ASX/TSX Announcements (2010), "Update on Salar de Olaroz Lithium-Potash Project", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=2367> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited, ASX/TSX Announcements (2009), "Annual Report 2009", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=5447> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Orocobre Limited, ASX/TSX Announcements (2008), "Annual Report 2008", <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=5456> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Partington, G. A. (2018), "Greenbushes tin, tantalum and lithium deposit", <https://kenex.com.au/wp-content/uploads/2017/01/AOD-Monography-2018-Greenbushes.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Samco Technologies, Inc. (2018), "What Is Lithium Extraction and How Does It Work?", <https://www.samcotech.com/what-is-lithium-extraction-and-how-does-it-work/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Stringfellow, W. T. y Dobson, P. F. (2021), "Technology for the Recovery of Lithium from Geothermal Brines", *Energies*, Vol. 14, Nº 20, pp. 2-72.
- Talison Lithium Website (2021) [en línea] <https://www.talisonlithium.com/greenbushes-project> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Thompson, J. M. y Fournier, R. O. (1998), "Chemistry and Geothermometry of Brine Produced From the Salton Sea Scientific Drill Hole, Imperial Valley, California", *Journal of Geophysical Research*, Vol. 93, pp. 13165-13173.
- Tulcanaza, E. (2013), "¿Cuánto valen los recursos y reservas in situ? Seminario sobre valorización de propiedades mineras", Santiago de Chile, Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras.
- USGS (2021), "Mineral Commodity Summaries 2020", U.S. Geological Survey.
- Wall, A. (2019), "Competitiveness of Direct Mineral Extraction from Geothermal Brines", *Geothermal Resources Council Transactions*, Vol. 43, pp. 854-859.
- Worley (2019), "Preliminary Economic Assessment of LANXESS Smackover Project", NI 43 – 101 Technical Report, <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1537137/000119312521204052/d194326dex991.htm> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

II. El litio como recurso crítico para la transición energética: análisis del mercado mundial

Víctor Delbuono⁹

En este módulo se tratarán algunos aspectos claves para entender cómo se conjugan dichas variables. En primer lugar, se analizarán los rasgos esenciales y el comportamiento de la oferta y la demanda de litio, en particular a partir del surgimiento de la electromovilidad. En segundo lugar, se pondrá el foco en la conformación de precios de referencia para los compuestos de litio, en los obstáculos que dificultan la transparencia de las transacciones y en los mecanismos que se han instrumentado para avanzar en una cotización de referencia internacional. En tercer lugar, se examinará los instrumentos disponibles para financiamiento de los proyectos de minería de litio y el rol que desempeñan los acuerdos de compraventa futura. Finalmente, se analizarán algunos de los canales a través de los cuales se materializan el impacto socioeconómico de la minería del litio en las operaciones de salmuera.

A. Lección 1: el mercado del litio

1. La demanda de litio

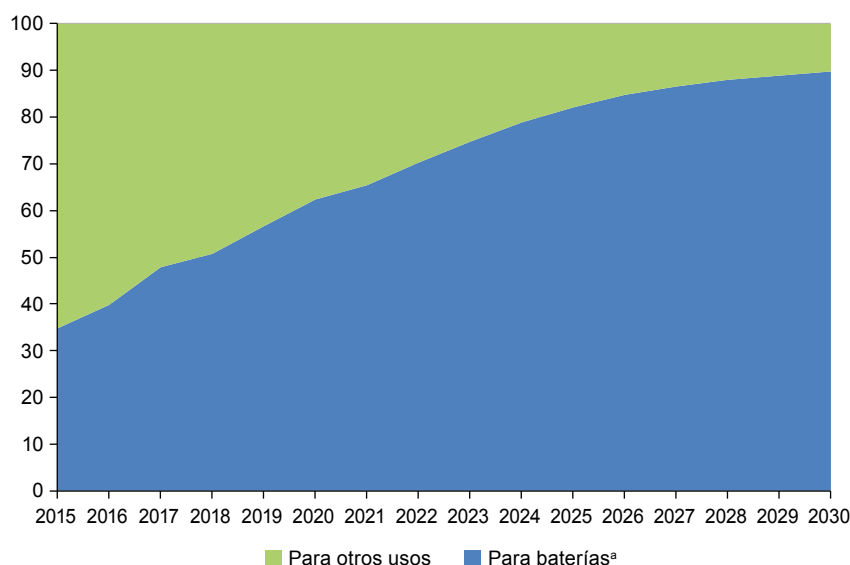
Por sus características químicas, el litio ha sido históricamente utilizado por varias industrias para dotar de ciertas propiedades a determinados productos (véase el capítulo I). Así, por ejemplo, el óxido de litio es utilizado como aditivo en la industria del vidrio y la cerámica, ya que reduce el punto de fusión y el coeficiente de expansión térmica, dotando a los productos de mayor resistencia a los cambios de temperatura. Por su naturaleza higroscópica —es decir, la capacidad de absorber humedad—, es aprovechado en los sistemas industriales de acondicionamiento y deshumidificación de aire. Asimismo,

⁹ Víctor Delbuono es Licenciado en Economía y Magíster (c) en Energía por la Universidad de Buenos Aires y posee una diplomatura en minería sustentable de la Universidad Nacional de San Martín. Se ha desempeñado como analista económico en los sectores de tecnología, gas natural y petróleo y minería, y ha sido funcionario y Director de Economía Minera en la Secretaría de Minería de la República Argentina. En la actualidad se desempeña como investigador en Fundar. Correo electrónico: vdelbuono@gmail.com o vdelbuono@fund.ar.

en la fundición continua mejora la eficiencia operativa al disminuir la temperatura a la que se comienza a cristalizar el acero. Por último, entre las múltiples aplicaciones, se destaca el uso medicinal del carbonato de litio en pequeñas dosis para tratar síndromes depresivos.

Sin embargo, el dinamismo del mercado del litio en la última década está fundamentalmente motivado por su uso en la producción de baterías de iones de litio, que están sustituyendo a los motores a combustión y el uso de hidrocarburos. Mientras que en 2015 la demanda de litio que tenía por destino final el uso en baterías representaba el 35% del mercado, en 2019 la cifra se elevó al 57%. Se espera que hacia 2030 este uso represente el 90% del total del mercado (véase el gráfico II.1). El costo de los paquetes de baterías continúa decreciendo y existen cada vez más modelos híbridos y eléctricos puros. La mayor parte de las automotrices ha lanzado nuevos modelos o han anunciado planes de reconversión de su producción.

Gráfico II.1
Demanda histórica y proyectada de litio para uso final
(En porcentaje del total)



Fuente: Jones, Acuña y Rodríguez (2021).

^a Para baterías incluye: vehículos eléctricos; drones; almacenamiento en redes, residencias e industrias; electrónicos portátiles, herramientas eléctricas.

2. Proyecciones de demanda

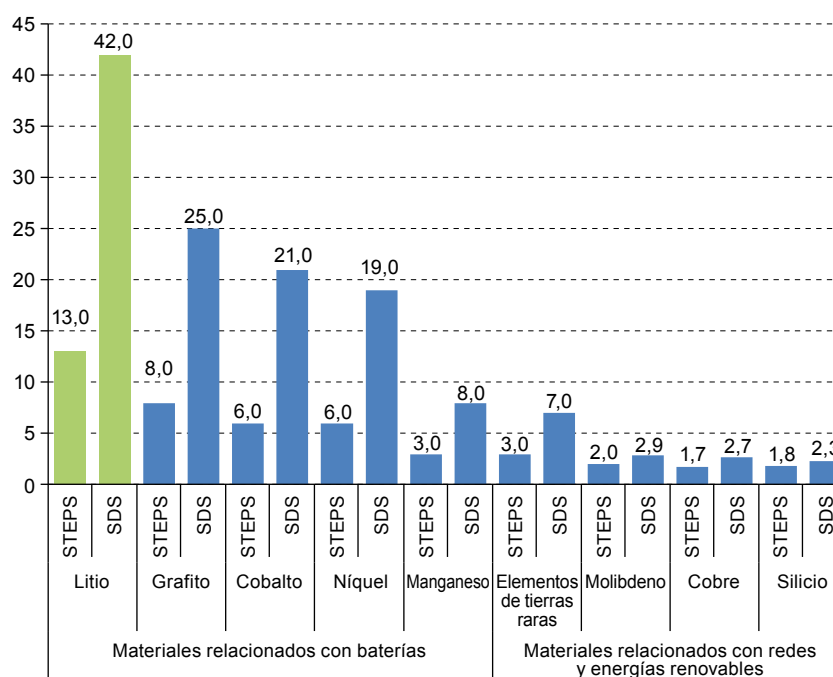
A partir de las declaraciones nacionales en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP27) realizada en noviembre de 2022, se han reafirmado los compromisos de limitar el aumento de la temperatura mundial a 1,5 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales. Ello requiere adoptar acciones de política dirigidas a reducir el uso de carbón, limitar la deforestación, fomentar la inversión en fuentes renovables y acelerar la transición hacia vehículos eléctricos¹⁰.

La necesidad de reducir las emisiones de carbono, así como las nuevas tendencias de consumo han llevado a un incremento exponencial del mercado de los vehículos eléctricos, las energías renovables y el almacenamiento en dispositivos portátiles. Como consecuencia de este proceso, el litio será, entre los

¹⁰ Se recomienda observar las metas de la COP26 y los nuevos compromisos de la COP27 donde se destaca como emergente un fondo de acción climática. COP26 goals <https://ukcop26.org/cop26-goals/COP27> <https://unfccc.int/news/cop27-reaches-breakthrough-agreement-on-new-loss-and-damage-fund-for-vulnerable-countries>.

minerales demandados para la transición energética, aquel con el crecimiento más explosivo hacia 2040 (véase el gráfico II.2). Según estimaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la demanda actual se multiplicará hasta 42 veces en un “escenario de desarrollo sostenible” (Sustainable Development Scenario, SDS), que supone un refuerzo de los compromisos del Acuerdo de París. Aún en el escenario conservador, denominado “escenario de políticas declaradas” (Stated Policies Scenario, STEPS), el tamaño del mercado del litio se multiplicaría por 13¹¹ (véase el gráfico II.2).

Gráfico II.2
Crecimiento relativo en la demanda de minerales seleccionados utilizados en energías limpias,
proyección hacia 2040
(En número de veces respecto a su demanda en 2020)



Fuente: IEA (2021).

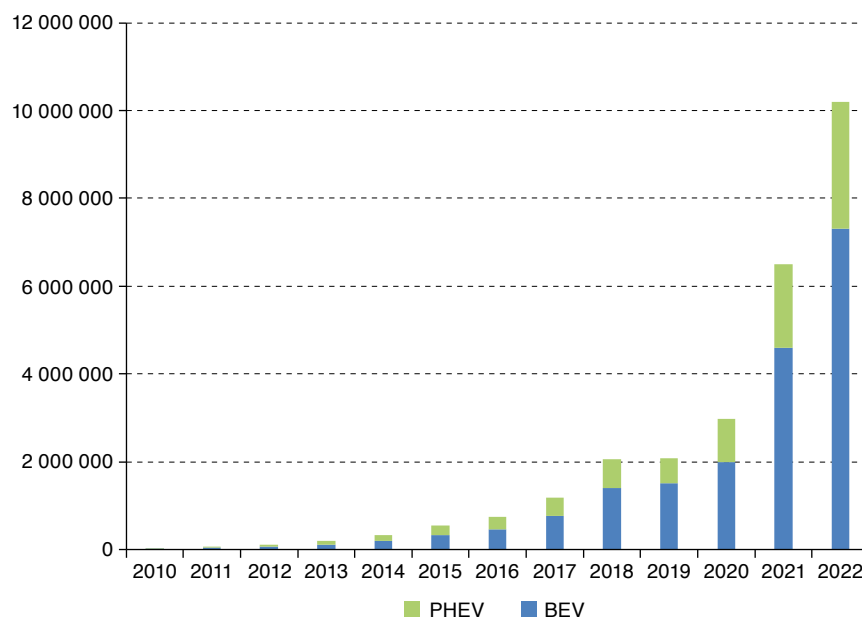
Las aplicaciones comerciales que han impulsado originalmente el mercado de las baterías de iones de litio (BiL) encuentran su origen en la electrónica de consumo, los teléfonos móviles, las computadoras portátiles, las herramientas eléctricas. Es la adopción de esta tecnología para los vehículos eléctricos la que se ha consolidado como el motor más importante en el crecimiento actual y esperado del litio. Tras una década de rápido crecimiento, en diciembre de 2020 había 10 millones de vehículos eléctricos en las calles del mundo (véase el gráfico II.3). En 2022, las ventas anuales excedieron los 10 millones, con un crecimiento del 57% interanual¹². La participación de las ventas de vehículos eléctricos sobre el mercado

¹¹ Si bien el litio es el de mayor crecimiento esperado, se debe señalar que este recurso parte de una base de producción mucho menor a la de otros minerales. Para ilustrar este punto puede compararse la demanda de litio de 2020 (alrededor de 300.000 t LCE) con la de cobre refinado (22.550.000 t). Esta es una relación de 75 a 1 del cobre sobre el litio. Tomando precios de largo plazo por tonelada similares en ambos metales, podría decirse que aún en el escenario SDS (litio x42, cobre x2,7) el mercado del cobre sería todavía casi 5 veces mayor al del litio, en términos de producción primaria.

¹² Cabe destacar que las estadísticas disponibles no alcanzan a capturar el universo de vehículos eléctricos de 2 y 3 ruedas (motocicletas y triciclos fundamentalmente) así como tampoco a los vehículos de “última milla” o de movilidad personal (monopatines, bicicletas, entre otros). Los canales de venta en este segmento no suelen ser los tradicionales, existe un gran número de fabricantes y, en general, el patentamiento no es un requisito. Estos factores dificultan la trazabilidad. No obstante, una buena parte del crecimiento de la demanda de BiL proviene de este tipo de vehículos, en especial en Asia, donde en países como India o Indonesia una porción significativa de la población no accede a vehículos tradicionales.

total de vehículos pasó del 4,6% en 2020 a 9% en 2021 y 14% en 2022. La tasa de penetración de vehículos eléctricos crece exponencialmente. Más de la mitad de todos los autos vendidos hasta hoy están en China, que ya ha superado su meta de “*new energy vehicles*” prevista para 2025 (IEA, 2023a; 2023b).

Gráfico II.3
Ventas globales de vehículos eléctricos por categoría 2010-2022
(En unidades)



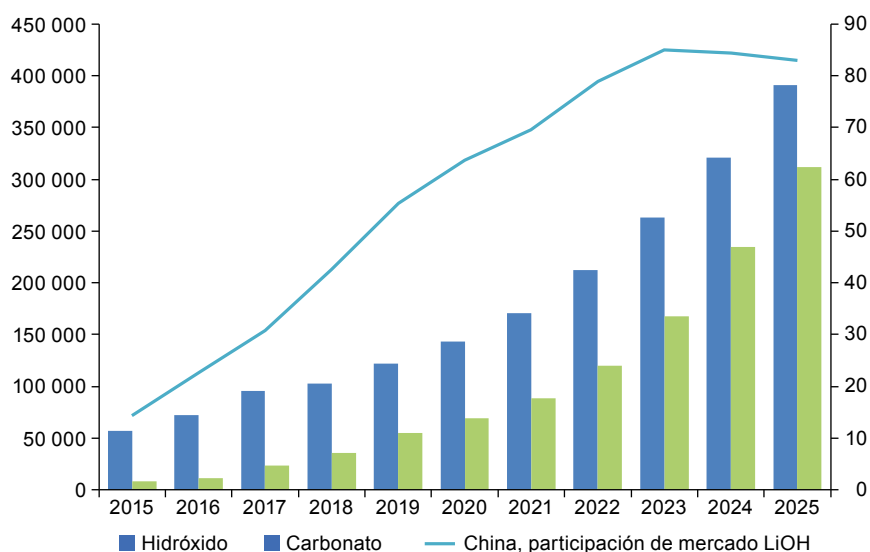
Fuente: IEA (2023).

Nota: BEV = Battery Electric Vehicle (vehículo eléctrico de batería); PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle (vehículo híbrido eléctrico enchufable).

La Agencia Internacional de Energía ha actualizado sus escenarios de penetración de vehículos eléctricos que pasan del 25% al 35% hacia 2030, desde la anterior estimación (2021). Entre los motivos del incremento se encuentran la tendencia a la baja en el costo de las BiL, las políticas de promoción de la electromovilidad adoptadas en Estados Unidos y la Unión Europea (véase el capítulo IV) y la creciente competencia entre los fabricantes de vehículos.

Con relación a la demanda proyectada de los principales compuestos de litio para las baterías de iones de litio, esto es, carbonato de litio e hidróxido de litio, se prevé que la demanda de este último se acelere a largo plazo, impulsada por las preferencias de ciertos tipos de baterías con alta capacidad de almacenamiento de energía, aumentando más de 15 veces hacia 2030 (véase el gráfico II.4). En contraste, la demanda de carbonato para aplicaciones industriales y en baterías, aumentaría alrededor de 3 veces pasando de representar el 75% de la demanda en 2019 al 50% para 2030. Estas proyecciones suelen, no obstante, diferir en base a las preferencias de tecnología de BiL adoptadas, así por ejemplo una mayor adopción de baterías litio-hierro-fosfato (LFP por sus siglas en inglés), requerirá fundamentalmente de carbonato de litio.

Gráfico II.4
Proyección de demanda de hidróxido y carbonato de litio para vehículos eléctricos
(En toneladas de LCE y porcentajes)

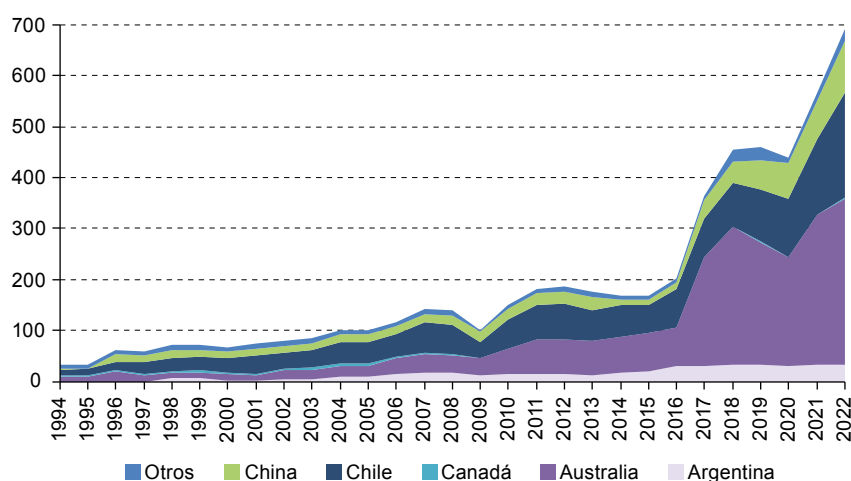


Fuente: Jones, Acuña y Rodríguez (2021).
Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

3. La oferta de litio

En 2022, la producción mundial de litio se concentró en 4 países que explicaron el 94% de la oferta: Australia, Chile, China y Argentina. Chile lideró la primera década de los 2000, con un 40% de participación. En la década de 2010, Australia tomó la delantera con un 44% mientras que Chile cayó al 31%. Entre 2015 y 2020, cuando la demanda y los precios del litio aumentaron significativamente, la brecha se amplió aún más, con Australia produciendo el 46% y Chile el 29% en 2022 (véase el gráfico II.5).

Gráfico II.5
Oferta primaria de minerales y compuestos de litio
(En toneladas de LCE)

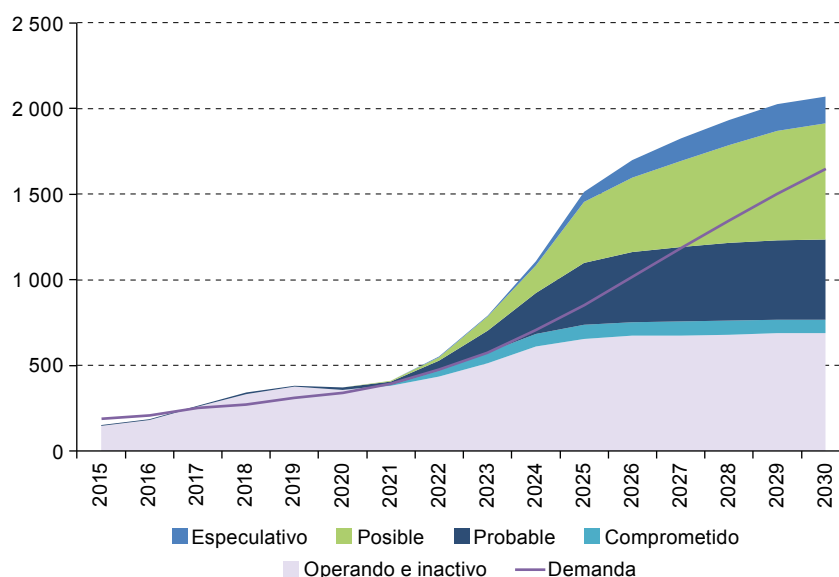


Fuente: Elaboración propia sobre la base de informes del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS).
Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

El alza en los precios y las expectativas de una demanda creciente propiciaron el desarrollo de nuevos proyectos de mayor riesgo y de alto costo de capital. La rápida respuesta de las nuevas operaciones en Australia hizo que el litio extraído de rocas duras se convierta en la principal fuente de litio, aumentando desde 37% en 2015 a 56% en 2019, del total del suministro.

Hacia fines de 2021, el mercado experimentó un nuevo ciclo alcista de precios. En este contexto existe una gran expectativa sobre cómo se cubrirá la brecha entre la creciente demanda y la oferta existente y potencial. En una estimación de Jones y otros (2021), se observa que hacia 2027 se proyecta una mayor incertidumbre en cuanto a la capacidad de abastecimiento seguro, debido a que a partir de ese año la demanda debería ser cubierta por proyectos *greenfield* que hoy se consideran especulativos o posibles (véase el gráfico II.6).

Gráfico II.6
Proyección de la oferta futura de acuerdo con el grado de probabilidad
(En miles de toneladas de LCE)



Fuente: Jones, Acuña y Rodríguez (2021).
Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

A pesar de la incertidumbre respecto del futuro, los proyectos basados en salmueras en América del Sur tienen ciertas ventajas respecto a los basados en otros tipos de depósito. Como se ha visto en el capítulo I, dichos proyectos se ubican en el primer y segundo cuartil de la curva de costos. Aún en un escenario donde el hidróxido de litio cobre una mayor participación en la demanda, se estima que el costo operativo de producción de hidróxido de litio a partir del carbonato de litio es aproximadamente 1.500-2.000 dólares por tonelada de carbonato de litio equivalente (LCE, por su sigla en inglés)³³. Con ello puede suponerse que la producción en base a salmueras continuará siendo competitiva.

Más allá de la competitividad de las fuentes basadas en salmuera, es importante añadir que es posible que se desarrollen nuevos métodos de producción que permitan reducir el costo de producción de litio a partir de otros tipos de depósitos. Han proliferado múltiples proyectos en Europa, África, Estados Unidos o Canadá que buscan obtener derivados de litio a partir de fuentes tradicionales o alternativas (véase el capítulo I).

³³ Por ejemplo, Orocobre anunció que el costo de producción de hidróxido de litio en la planta que se encuentra en construcción en la ciudad de Naraha (Japón), a partir del carbonato de litio producido en la Argentina, sería de US\$ 1.500 por tonelada. Véase Orocobre, ASX/TSX Announcement, "Naraha Lithium Hydroxide Plant Approved", 12 de abril de 2019 [disponible en <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=5594>].

4. Amenazas al mercado del litio

La próxima década promete un crecimiento significativo en la industria del litio debido a la creciente demanda de BiL. Sin embargo, este crecimiento enfrenta desafíos. Por ejemplo, los altos precios de las materias primas como el litio, cobalto y níquel incentivan el desarrollo de tecnologías alternativas. Por ejemplo, las baterías de litio-hierro-fosfato (LFP), impulsadas por China, están ganando terreno y han sustituido en parte a las tecnologías que utilizan cobalto, como las baterías de litio-níquel-manganeso-cobalto (NMC). También se están desarrollando baterías de iones de sodio, libres de litio, con una capacidad de fabricación significativa, principalmente en China. Estas baterías son más económicas que las LFP, aunque tienen una menor densidad energética. Se espera que estas baterías sean relevantes para vehículos urbanos y almacenamiento estacionario, que podrían ser los principales usos en términos de capacidad de almacenamiento en el futuro. Pero no solo las baterías de sodio son una amenaza que competirá por cuotas de mercado con las BiL. De acuerdo con un análisis de la Agencia Internacional de Energía, en base a Cleantech Group, en el período 2018-2022, las inversiones de capital de riesgo (*venture capital*) se dirigieron en un 60% a proyectos de baterías de iones de litio. El resto se distribuyó en tecnologías como las basadas en hierro, zinc, estado sólido, bromo-hidrógeno, metal-aire, materiales orgánicos y polímeros, redox de vanadio y otras baterías de flujo, entre otras. Si bien se trata de *start-ups*, los resultados de la inversión en I+D pueden alumbrar nuevas tecnologías que hoy parecen inviables comercialmente (IEA, 2023b).

Recuadro II.1

Estudio de caso 1: las proyecciones, ¿desacertadas?

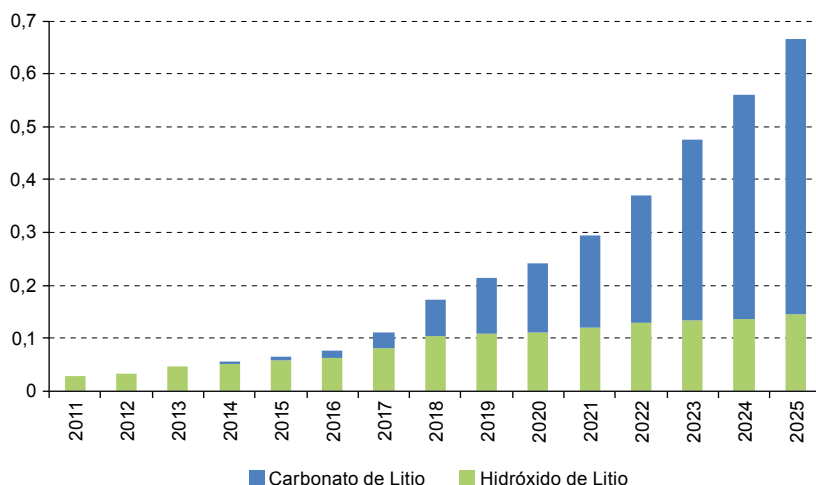
La irrupción de la pandemia de Covid-19 ha demostrado el grado de incertidumbre que pueden tener las proyecciones y los escenarios esperados a futuro. La velocidad de los cambios tecnológicos es otra variable que suele subestimarse. En base a algunos recortes de estimaciones pasadas, en este estudio de caso se presentan ejemplos que ilustran las dificultades que enfrenta la tarea de realizar proyecciones y que invitan a considerar con cautela las proyecciones vigentes en la actualidad.

Hidróxido de litio versus carbonato de litio

A junio 2019, en la Lithium Supply & Markets Conference, la consultora Bloomberg NEF presentaba una proyección que indicaba cierto estancamiento de la demanda de carbonato de litio y un crecimiento exponencial de la del hidróxido (véase el gráfico 1). Dos años después la mayoría de los analistas, incluyendo la misma consultora, destacan la resistencia del carbonato, debido a la relevancia que están tomando las baterías de tecnología LFP (véase el gráfico 2).

Gráfico 1

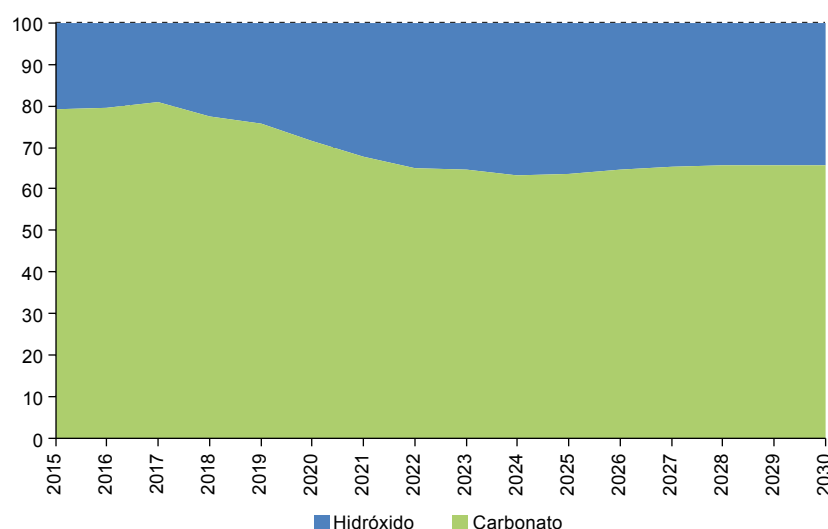
Proyección de la demanda de litio hacia 2025 de acuerdo con estimación de Bloomberg en 2019
(En millones de toneladas de LCE)



Fuente: Bloomberg New Energy Finance (NEF) (2019).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

Gráfico 2
Proyección de la proporción del suministro de productos químicos del caso base considerado
(En porcentajes)

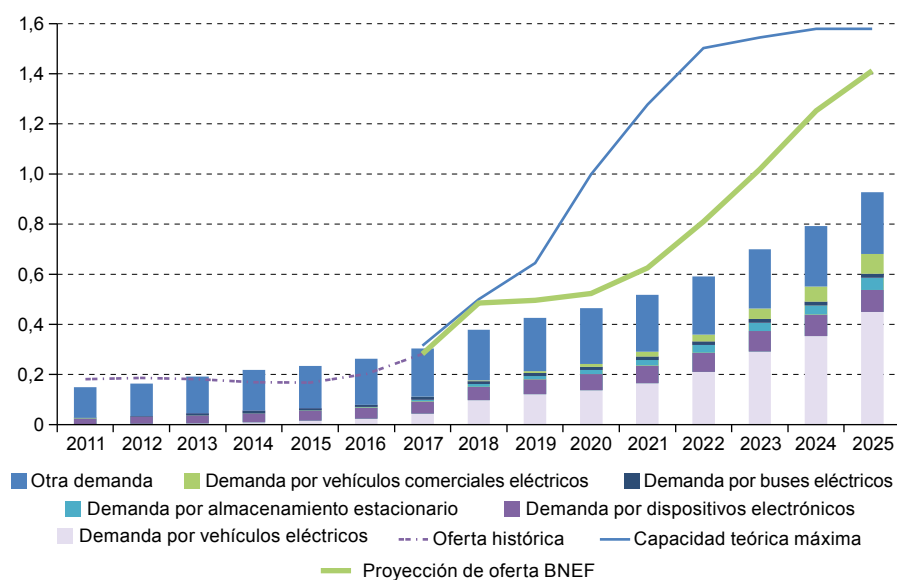


Fuente: Jones, Acuña y Rodríguez (2021).

Brecha entre oferta y demanda de compuestos de litio

En junio de 2019, en la misma Lithium Supply & Markets Conference, la consultora Bloomberg NEF, en línea con la mayor parte de las consultoras en aquel momento, coincidía en su diagnóstico de un mercado sobre abastecido (véase el gráfico 3). Los precios arrastraban más de un año de caída y la demanda parecía no crecer al ritmo esperado. Sin embargo, en menos de 2 años, a inicios de 2021, ya el panorama se había invertido: los precios se encontraban en franca recuperación y todas las proyecciones comenzaron a indicar un déficit de oferta, lo que ha impulsado un gran número de inversiones para el desarrollo de nuevos proyectos (véase el gráfico 4).

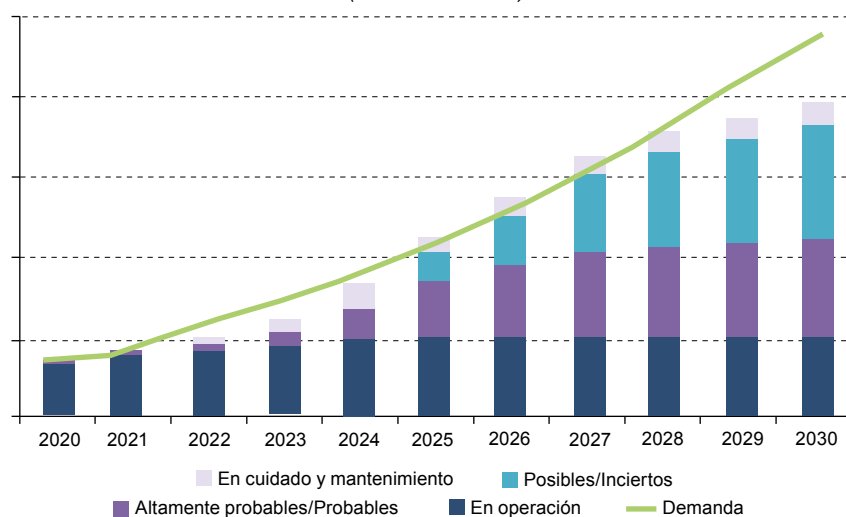
Gráfico 3
Proyección de la oferta y la demanda de litio de acuerdo con Bloomberg en 2019
(En millones de toneladas de LCE)



Fuente: Bloomberg New Energy Finance (NEF) (2019).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

Gráfico 4
Proyección de la oferta y la demanda de litio de acuerdo con Benchmark Mineral Intelligence en 2021
(En toneladas de LCE)



Fuente: Benchmark Mineral Intelligence (2021).

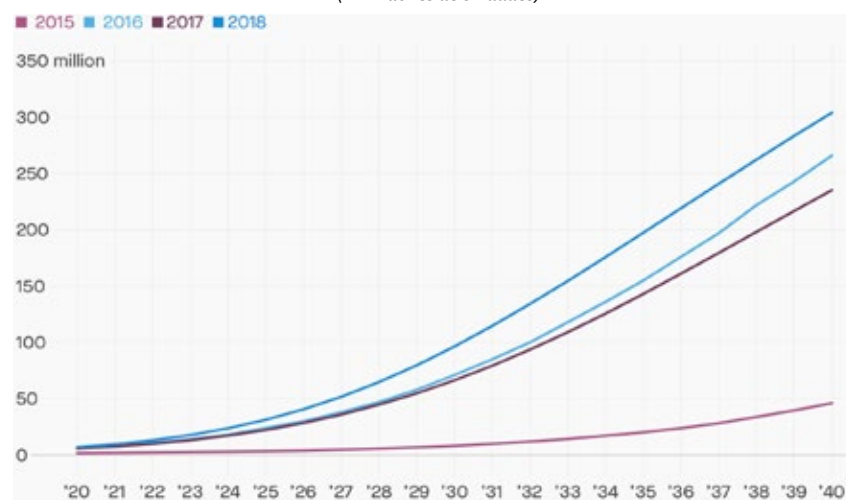
Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

Proyecciones sobre la adopción de vehículos eléctricos

En el gráfico 5 las proyecciones realizadas por la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) sobre la evolución de la flota de vehículos eléctricos en el mundo entre 2015 y 2018 se van ajustando. Es esperable que la restricción de los motores a combustión interna sea contraria a los intereses de esta organización. Sin embargo, el gráfico muestra que las correcciones a la proyección coinciden también con la velocidad inesperada con que aumentaron las ventas.

En 2020 el stock de vehículos eléctricos en el mundo alcanzó los 10 millones, mientras que las ventas fueron de 3 millones sólo en dicho año. Con esta tendencia, se alcanzarían 50 millones de unidades mucho antes de 2030, mientras que en el escenario planteado en 2015 se proyectaba recién para 2040 esta cifra.

Gráfico 5
Proyecciones de la flota de vehículos eléctricos de acuerdo con la OPEP entre 2015 y 2018
(En millones de unidades)



Fuente: Bloomberg NEF.

Fuente: Elaboración propia.

B. Lección 2: precios del litio

1. Precios del litio

A diferencia de la mayoría de los metales que se utilizan como insumo industrial —como el cobre, el plomo, el níquel, o el oro—, el litio no se comercializa en bolsas de valores con una cotización única y conocida. Si bien existen múltiples agencias de precios que relevan los valores de transacción del litio¹⁴ y se encuentran en marcha iniciativas para que las transacciones se realicen bajo contratos en distintas bolsas o traders¹⁵, el mercado del litio presenta algunas características que dificultan la consolidación de los contratos públicos y atentan contra la transparencia de precios. En primer lugar, se trata de un mercado relativamente joven, en relación con los de otros minerales utilizados masivamente desde hace décadas o siglos.

Además, posee un bajo volumen de operaciones, si se compara con otros *commodities* (minerales, energéticos o alimentos) controlado por pocos productores con poder para influir sobre precios y cantidades. Históricamente, ello ha llevado a muchos analistas a calificar este mercado como un oligopolio (“Lithium Big 3” en alusión a estar dominado por tres empresas) hasta el ingreso de nuevos competidores, en particular, a partir de la década de 2010. Asimismo, persisten interrelaciones entre los principales competidores en el mercado. Por ejemplo, Tianqi es propietario en un 26% de la mina de litio de Greenbushes, en Australia, en un *joint venture* con IGO, junto a Albermarle y, a su vez, posee un 24% del patrimonio de SQM en Chile. Esto generaría flujos de información entre las mayores productoras del mercado, si bien dichas prácticas se encuentran reguladas.

Por otra parte, no existe un único producto. Una parte importante de la producción primaria se comercializa hoy como concentrado de espodumeno, cuyos costos de transformación a compuestos de litio son, en general, poco conocidos. Luego, se encuentran el carbonato de litio y el hidróxido de litio, y una parte menor en productos de especialidad (butil-litio, litio metálico, hidruro de litio y aluminio, entre otros derivados). Además, las especificaciones de calidad han ido en aumento con el crecimiento de la demanda para almacenamiento energético. Los usos tradicionales del litio, en general, podían tolerar un mayor nivel de impurezas.

Otro aspecto no menor es que el litio y sus compuestos son elementos inestables. Por su carácter higroscópico¹⁶, se oxidan fácilmente y son afectados por los cambios de temperatura. Ello hace que tengan una vida útil menor que la de otros *commodities*. Justamente es su alta reactividad lo que lo posiciona con ventaja como insumo clave en el almacenamiento energético, pero esto constituye una desventaja para su almacenamiento e inventariado, consideradas condiciones favorables para el desarrollo de un mercado más líquido. En muchas bolsas se almacenan inventarios que permiten disponer de “liquidez” en el *commodity* y generar derivados con respaldo físico como, por ejemplo, en el caso del cobre.

Las bolsas o centros de negocio con mayor volumen de transacciones en minerales son actualmente la London Metal Exchange (LME), la London Bullion Market Association (LBMA), la New York Mercantile Exchange (NYMEX) y la Shanghai Futures Exchange. La que mayores esfuerzos ha mostrado hasta el momento para alcanzar un contrato basado en litio ha sido la LME. El 19 de julio de 2021, esta organización lanzó un contrato basado en hidróxido de litio, reportado por la agencia de precios Fastmarkets.

¹⁴ Por ejemplo, Fastmarkets, Argus, Platts, Benchmark Mineral Intelligence, Asian Metal o SignumBox.

¹⁵ Por ejemplo, London Metal Exchange, Chicago Mercantile Exchange, Wuxi Stainless Steel Exchange, Singapore Exchange, entre otras bolsas.

¹⁶ Es la capacidad de algunas sustancias o materiales de absorber humedad del medio circundante. La adsorción puede ser tanto física como química, siendo en este último caso reversible por métodos más costosos.

Recuadro II.2

Estudio de caso 2: adopción de un precio de referencia para el litio

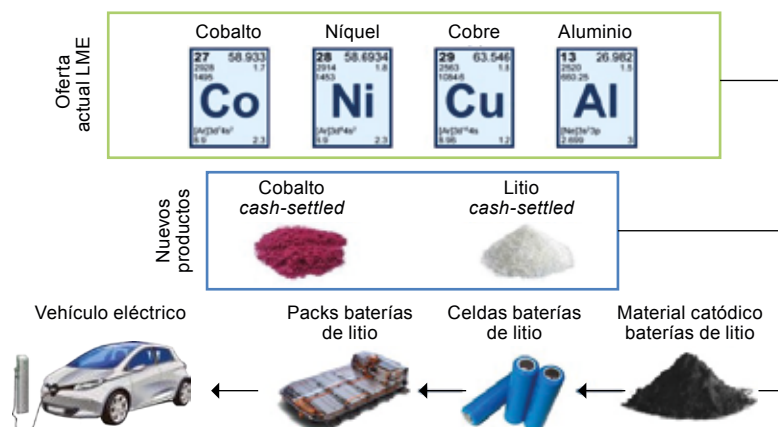
Los precios de referencia son estimados por empresas especializadas, en base a contactos individuales con participantes involucrados en la compraventa del recurso. Aquí se presenta el caso de Fastmarkets, que fue seleccionada en junio de 2019 como la agencia de reporte para la construcción de un contrato de litio en la Bolsa de Metales de Londres (LME, por su acrónimo en inglés). Esta organización tiene 144 años de trayectoria. Fue fundada en 1877 para la comercialización de cobre, mientras que el plomo y el zinc comenzaron a cotizar oficialmente en 1920, el aluminio en 1978, níquel 1979 y otros metales como el cobalto o el molibdeno en 2010.

En 2018, la LME solicitó propuestas de varias agencias líderes en informes de precios, con el objetivo de seleccionar el proveedor de precios preferido del mercado del litio. El proceso de selección incluyó presentaciones realizadas al Grupo Asesor de Metales EV de la LME, que incluye a actores clave de toda la cadena de valor. La LME, sobre la base de las opiniones del mercado, seleccionó a Fastmarkets como su agencia de reporte tras 18 meses de deliberación. En dicha oportunidad se señalaba que, debido a su naturaleza química, el litio no es adecuado para un contrato de entrega física y, por lo tanto, la LME, junto con su Grupo Asesor, creían que la asociación con una agencia de informes de precios representaba la mejor ruta hacia un contrato negociable.

Entre las ventajas que presentó la LME para posicionarse como la bolsa de referencia en el litio, se encuentran su trayectoria y experiencia en la industria de los metales necesarios para los vehículos eléctricos. Algunos de ellos son el níquel, el cobalto, el aluminio o el cobre. Cabe destacar que, en este último caso, la cotización del LME es la más extendida a nivel global.

Diagrama 1

Principales metales cotizados en la LME y potencial de incorporar al litio



Fuente: London Metal Exchange (2018).

Para apuntalar la consolidación de este precio de referencia la LME designó un Comité asesor de litio y cobalto con representantes y partes interesadas de la industria. Entre las principales funciones de este Comité se encuentran: apoyar la adopción de precios de referencia en los contratos de entrega física, compartir asesoramiento sobre el lanzamiento y la promoción de contratos LME Litio, apoyar a los participantes del mercado para que comprendan y accedan a dichos contratos, evaluar el estado de los mercados en cada reunión periódica y realizar recomendaciones sobre problemas asociados a contratos LME Litio. La periodicidad de los encuentros del Comité asesor, de acuerdo con el estatuto, debe ser por lo menos trimestral.

El Comité estaba integrado por 15 miembros (incluyendo al LME) en octubre de 2023. Entre ellos se cuentan 2 vinculados a la industria automotriz o de baterías (Ford Motor Company, Northvolt AB), 6 miembros vinculados a la producción primaria de litio o la transformación química (Chengdu Chemphys Chemical Industry Co. Ltd, Albemarle Corporation, Glencore, Global Lithium Resources Limited, Nor Nickel Group, ICNiChem Ltd) y otros 7 vinculados al comercio o la inversión en la industria (Macquarie, WMC Energy B.V., Goldman Sachs International, Traxys Europe SA, Manatrade, IXM, Lithium Royalty Corporation).

La adopción de precios de referencia en esta industria es un proceso continuo y evolucionará en relación directa con el crecimiento de la demanda y el interés de los actores involucrados. Se espera que, con los precios de referencia, los usuarios del mercado podrán mitigar la volatilidad de los precios, como ha sido, por ejemplo, con el caso del lanzamiento del LME Lithium Hydroxide CIF (Fastmarkets MB), el 19 de julio de 2021. Las evaluaciones

de precios robustas, con solidez y representatividad, benefician a ambos lados del mercado, permitiendo una mayor eficiencia en las negociaciones y facilitando las asociaciones a largo plazo. Además, contribuyen a reducir la opacidad y potencialmente mejorar el nivel de ingresos de los países productores, como se ha mencionado en la lección de precios.

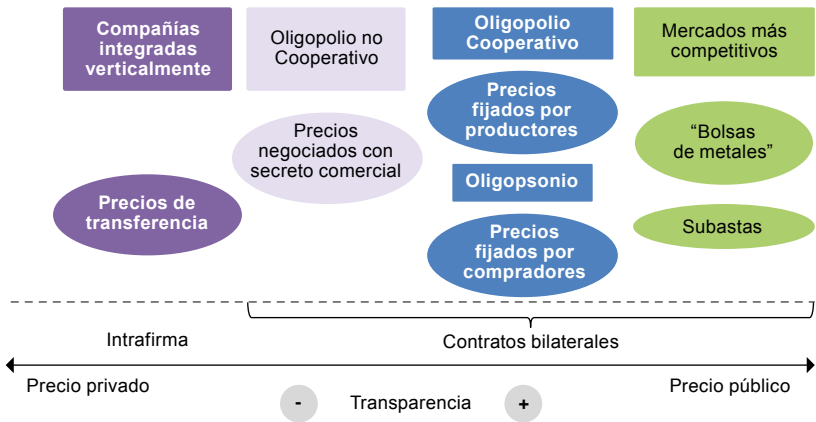
Cuadro 1
Especificaciones del contrato LME Lithium Hydroxide CIF (Fastmarkets MB)

Código	LH		
Tipo	Futures		
Tipo de entrega	Cash settled (liquidación en efectivo)		
Tamaño	1 tonelada métrica		
Período	Mensual hasta 15 meses		
Cotización	Dólares estadounidenses por tonelada		
Moneda	Dólares estadounidenses		
Mínima fluctuación de precio (tick size) por tonelada	Outright	Carries	
	LMeselect	\$ 10,00	\$ 10,00
	Inter-office	\$ 0,01	\$ 0,01
Cese de comercialización	Último día hábil del mes de contrato 16:30 horas Londres		
Procedimiento de liquidación diario	LME Market Operations lo calculará en base a su procedimiento		
Procedimiento final de liquidación	La liquidación final, después de la terminación de la negociación por un mes de contrato, se basará en el promedio mensual aritmético informado de hidróxido de litio monohidrato de Fastmarkets mín. 56,5% LiOH.H ₂ O, grado batería, precio spot CIF China, Japón y Corea, \$/kg, que está disponible en <i>Fastmarkets</i> a partir de las 16:30 (hora de Londres) del último día de negociación ^a .		
Plataforma de negociación	LMeselect y comunicación telefónica (inter-office)		
Horario de negociación	LMeselect	01:00-19:00 (hora Londres)	
	Inter-office	24 horas al día	
Establecimiento de márgenes	Aplican márgenes de variación en la realización		

Fuente: London Metal Exchange (2023).
^a CIF acrónimo del término en inglés: Cost, Insurance, and Freight, "incluye el costo de los bienes, el seguro y el flete, hasta el puerto de destino convenido".

El diagrama 2 presenta distintas estructuras de mercado de minerales. Cada una de estas, implica diferentes niveles de competencia, de transparencia y modalidades de fijación de precios. A través de los años, el mercado de litio se ha desplazado hacia la derecha. Sin embargo, la opacidad que ha caracterizado al mercado de compuestos de litio en, al menos, las últimas tres décadas aún persiste. Se espera que la entrada de nuevos jugadores y la creación de mercados más transparentes para la comercialización de compuestos de litio contribuyan a acelerar la transición hacia mercados más competitivos y transparentes.

Diagrama 2
Grado de transparencia de precios en los mercados de minerales



Fuente: Maxwell (2015).
Fuente: Elaboración propia.

Recuadro II.3 El mercado de compuestos de litio en perspectiva histórica

Maxwell (2015) realiza un análisis de la evolución de la estructura del mercado de litio para comprender los niveles de transparencia en los precios de los compuestos de litio. Según su análisis, el ingreso de SQM en 1998 rompió el equilibrio vigente hasta entonces, cuando aproximadamente el 80% de la producción global estaba explicada por tres empresas —Cypress Foote Mineral Company, FMC Corporation y Son of Gwalia— que operaban como un oligopolio cooperativo. Bajo este esquema, que se remonta a la década de 1960, los precios de referencia eran publicados por los mismos productores.

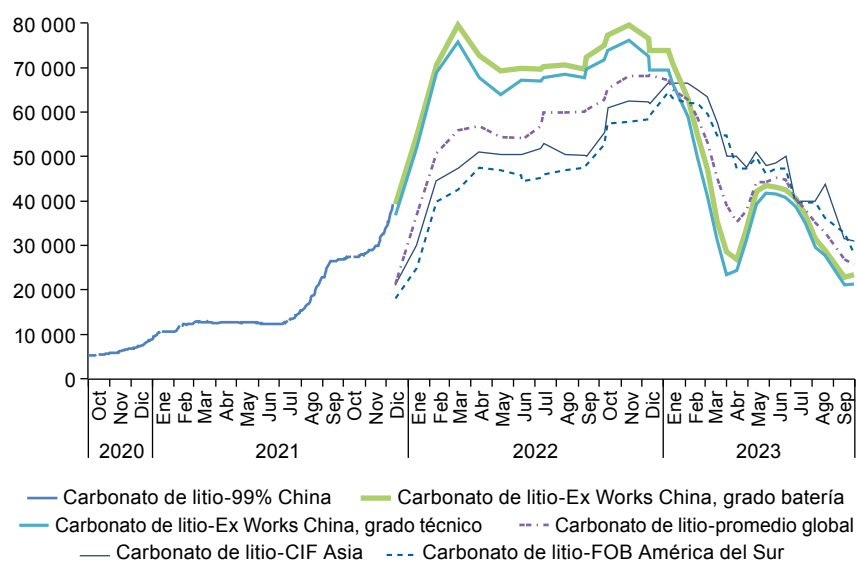
La irrupción de la empresa chilena transformó el mercado en un oligopolio no-cooperativo y se inauguró un período de secretismo en los precios. El ingreso de SQM redujo los precios en cerca del 50%, presionando a otros productores a seguir el mismo camino. Los compradores fueron obligados a mantener la confidencialidad respecto a las características de sus contratos y la industria perdió los precios de referencia que había tenido durante años. Desde entonces, las empresas productoras comenzaron a publicar los precios en términos de variaciones porcentuales.

Con el aumento en el número de productores que tuvo lugar desde 2012, el mercado se ha vuelto más competitivo y se ha ganado una mayor transparencia en relación con los precios.

Fuente: Obaya y Céspedes (2021).

A continuación, se observan los principales seis precios relevados por la agencia Benchmark Minerals entre octubre de 2020 y septiembre de 2023 (véase el gráfico II.7) y las características de varias cotizaciones que releva la agencia Fastmarkets (véase el cuadro II.1). Puede destacarse la relevancia de los países asiáticos en estas cotizaciones. En este sentido es importante recordar que China ha representado el 55% del consumo mundial de litio en 2019, mientras que el resto de Asia (predominantemente, Japón y la República de Corea) explicó el 31% (Jones, Acuña y Rodríguez, 2021). El hecho de que entre los tres países demanden cerca del 90% del litio producido a la actualidad, incide considerablemente en la conformación de este mercado y por ende en la determinación de sus precios.

Gráfico II.7
Evolución de diferentes cotizaciones mensuales del carbonato de litio
(En dólares por tonelada)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de S&P Global, precios provistos por Benchmark Minerals.

Cuadro II.1
Principales cinco precios relevados por la agencia Fastmarkets

	Carbonato de litio mín. 99,5% Li₂CO₃ grado batería, spot CIF CJK	Carbonato de Litio mín. 99,5% Li₂CO₃ grado batería, spot China	Hidróxido de litio monohidratado mín. 56,5% LiOH. H₂O grado batería, spot CIF CJK (contrato^a)	Hidróxido de litio monohidratado mín. 56,5% LiOH.H₂O grado batería, spot China	Espodumeno mín. 6% Li₂O, spot CIF China
Precio	US\$ por kilo, CIF China, Japón y República de Corea	CNY ^b por tonelada, Ex Works ^c China	US\$ por kilo, CIF China, Japón y República de Corea	CNY ^b por tonelada, Ex Works ^c China	US\$ por tonelada, CIF China
Puerto de entrega	Principales puertos de China, Japón y República de Corea (otros puertos normalizados)	China	Principales puertos de China, Japón y Rep. de Corea (otros puertos normalizados)	China	China
Basis	Coste, seguro y flete (CIF)	Ex Works ^c , IVA incluido	Coste, seguro y flete (CIF)	Ex Works ^c , IVA incluido	Coste, seguro y flete (CIF)
Tipo	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación	Evaluación
Tamaño mínimo de lote	5 toneladas	5 toneladas	5 toneladas	5 toneladas	1 000 toneladas
Calidad (condiciones para ser aceptado como grado batería)	Mínimo 9,5% Li ₂ CO ₃ (Mín. 99,2% Li ₂ CO ₃ también aceptado si puede ser normalizado a 99,5%) Niveles máximos: Na 0,060%; Ca 0,016%; Mg 0,008%; impurezas magnéticas 300 ppb	Mínimo 99,5% Li ₂ CO ₃ Niveles máximos: Na: 0,025%; Ca: 0,005%; Mg 0,008%; impurezas magnéticas 300 ppb	Mínimo 56,5% LiOH.H ₂ O Niveles máximos: CO ₂ 0,35%; Ca 0,020%; SO ₄ 0,015%; Cl 0,005%	Mínimo 56,5% LiOH.H ₂ O Niveles máximos: CO ₂ 0,35%; Ca 0,005%; SO ₄ 0,010%; Cl 0,002%	Concentrado mineral aceptado para la conversión en productos químicos de litio grado batería Li ₂ O 6% (mínimo 5,7% Li ₂ O y máximo 6,1% Li ₂ O, aceptado si puede ser normalizado a 6%) Máximos: Fe ₂ O ₃ 1,3% (1,5% Fe ₂ O ₃ aceptado si puede ser normalizado a 1,3%); H ₂ O 10%
Publicación	Diario	Semanal	Diario	Semanal	Quincenal

Fuente: Sobre la base de Fastmarkets (2022).

^a Como se observa en el recuadro II.2, cuadro 1, este ha sido el precio seleccionado en el contrato lanzado en julio de 2021.

^b CNY = Yuan renminbi chino.

^c Ex Works o su acrónimo EXW = "en la fábrica, solo incluye el precio de los bienes (embalados) en la puerta del almacén o la fábrica del vendedor"; la última versión de las especificaciones de la metodología de los precios del litio está disponible en <https://www.fastmarkets.com/methodology/metals/lithium>.

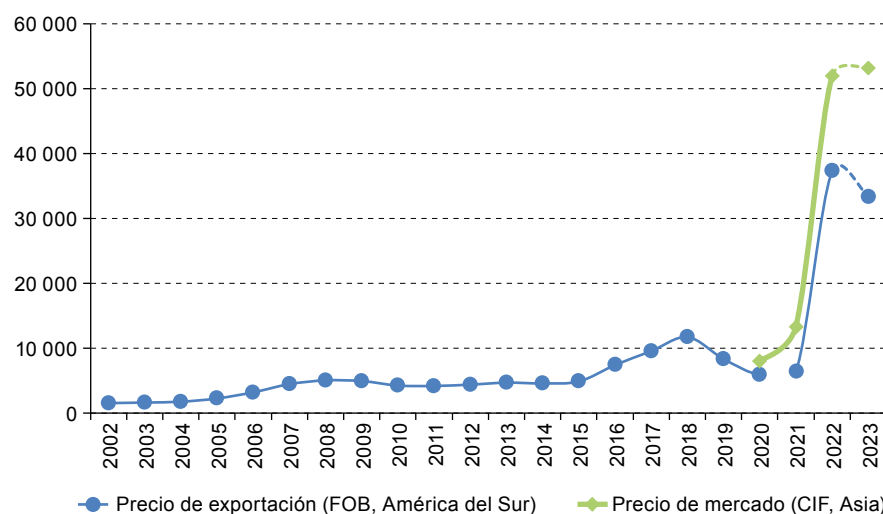
Se puede observar cómo los precios de referencia se comportan de manera similar, lo que da cuenta de cierta eficiencia en el mercado. Los precios mensuales observados en los últimos 3 años han superado ampliamente los niveles del 2017-2018 (como se verá en la serie anual del gráfico II.8), período que fue conocido como el primer "boom del litio". Hacia fines de 2021, las expectativas en torno a la adopción de electromovilidad, las políticas de las mayores economías globales para acelerar la transición energética y la recuperación económica post pandemia dieron un nuevo impulso a los precios, llevando al litio al mayor ciclo alcista de su historia, multiplicando varias veces su precio histórico y registrando alzas ininterrumpidas hasta principios de 2023, cuando los precios comenzaron a caer nuevamente dada la respuesta de la oferta y cierta estabilización en la demanda.

Para tener una perspectiva de más largo plazo sobre la evolución de los precios, se presenta a continuación el precio del carbonato de litio a partir de la relación entre el valor FOB (acrónimo del término en inglés: Free On Board, "libre a bordo, puerto de carga convenido") y las cantidades de las exportaciones declaradas en Argentina y Chile durante el período 2002 a agosto de 2023. Como se observa en el gráfico II.8, es posible reconocer distintos niveles de precio a través del tiempo. El primer nivel (hasta mediados de la década del 2000) se ubica en torno a los US\$ 2.000 por tonelada. Durante este período, las baterías aún eran un nicho entre los usos de compuestos de litio, ya que representaban menos del 10% de la demanda. El siguiente nivel comprende el período que va de 2006 a 2015, con valores en torno a los

US\$ 4.500 por tonelada. Aquí, comienza a crecer la demanda de compuestos para baterías, que llegan a representar alrededor del 30% de la demanda, en conjunción con un alza generalizada de materias primas. El litio hasta entonces se comportaba como un mineral industrial más. A partir de 2015 los precios escalaron fuertemente alcanzando valores promedio de US\$ 12.000 por tonelada; aunque, durante el “primer boom” de precios (2017-2018), algunas empresas cerraron contratos por la venta de carbonato de litio por encima de los US\$ 25.000 por tonelada (Seekingalpha, 2018). Luego, desde mediados de 2018 los precios iniciaron un ciclo bajista hasta tocar un piso en 2020 y tener una recuperación exponencial en 2021 que llevó sus valores a niveles máximos no previstos por los analistas. Como se observó en el gráfico II.7 en la evolución mensual, aún no reflejada en los promedios anuales, a inicios de 2023 habría comenzado un nuevo ciclo bajista luego de los máximos alcanzados en 2022. El mercado del litio es volátil y lo seguirá siendo por distintos factores que afectan su equilibrio (desbalances entre la oferta y la demanda). Destacan entre estos factores, la exposición al riesgo técnico y al riesgo geológico asociados a la oferta (ejemplo, nuevos yacimientos o nuevas tecnologías de extracción), la influencia de los incentivos sobre la demanda (ejemplo, subsidios o créditos fiscales a la compra de vehículos eléctricos) y la competencia de costos de otras tecnologías (ejemplo, de las baterías de iones de sodio).

Al contrastar los precios estimados por Fastmarkets durante los últimos años para el carbonato de litio grado batería en los principales mercados de destino y los precios de exportación registrados por las aduanas de Argentina y Chile se observan diferencias que pueden responder a distintas causas (véase el gráfico II.8). Existen algunos factores que podrían explicar estas diferencias. En primer lugar, que las exportaciones desde estos países correspondan en parte a productos que no alcanzan el grado batería. En segundo lugar, que una gran porción de las exportaciones corresponda a ventas realizadas a través de contratos a plazo, que tienen precios promedio por debajo de los valores *spot*. En tercer lugar, que la cotización de Fastmarkets tuviera inicialmente un menor grado de representación del volumen total de mercado, al relevar una cantidad reducida de operaciones en el mercado *spot*. En ese caso, la brecha en los precios se debería ir ajustando. En cuarto lugar, se puede señalar que los precios de Fastmarkets corresponden a precios *spot*, mientras que los precios de exportación sudamericanos reflejan los valores acordados en contratos de largo plazo. Finalmente, que una parte de las exportaciones corresponda a comercio intra-firma (entre empresas relacionadas), que se realiza por debajo de los valores de mercado.

Gráfico II. 8
Precios de exportación de carbonato de litio en Argentina y Chile (FOB)^a y precios *spot*
de carbonato de litio en China, Japón y República de Corea^b
(En dólares por tonelada de LCE)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de UN Comtrade, Aduana de Chile, INDEC Argentina, S&P Global.

^a FOB América del Sur: precio implícito de las exportaciones FOB anuales de carbonato de litio (2836.91) de Argentina y Chile.

^b CIF Asia: promedio del precio *spot* mensual publicado por S&P Global (provisto por Benchmark Minerals); LCE = carbonato de litio equivalente.

Finalmente, con relación a este último punto, es importante destacar el rol de la fiscalización internacional de precios por parte de los países productores en un mercado que, como se ha visto, es aún poco transparente, basado en contratos entre privados o en comercio intra-firma. Los países sudamericanos podrían cooperar buscando mecanismos que morigeren los efectos negativos de prácticas de este tipo. De acuerdo con las recomendaciones del programa que llevan adelante el Foro Intergubernamental sobre Minería, Minerales, Metales y Desarrollo Sostenible (IGF, por sus siglas en inglés) y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) para abordar el problema de la erosión de bases imponibles y el traslado de beneficios (BEPS, por sus siglas en inglés: Base Erosion and Profit Shifting) en el sector minero, una medida conveniente en este ámbito sería realizar un muestreo y testeo de los productos exportados (Obaya y Céspedes, 2021).

El uso de laboratorios acreditados que sigan estándares internacionales de calidad es decisivo, sobre todo en el caso de un eventual litigio donde se deban presentar pruebas ante un tribunal internacional (véase el recuadro II.4). Dados los costos en los que puede incurrirse en este tipo de laboratorios, sería conveniente la colaboración entre países de la región para montar un único laboratorio que cumpla estas funciones (Readhead, A., 2018). La determinación del precio más cercano a los valores de mercado en los productos exportados genera un efecto positivo sobre los ingresos fiscales de los países ya que mejora la recaudación tanto en impuestos específicos (como las regalías) como en aquellos vinculados a la utilidad o la renta económica ya que, de incrementarse el valor de facturación, mejoraría la base imponible (véase el capítulo V).

Recuadro II.4 **Estudio de caso 3: la fiscalización de precios del litio en Chile**

Hasta 2015, cuando se produce la Reforma Tributaria en Chile, la fiscalización de las exportaciones de derivados de litio (carbonatos, hidróxidos, soluciones y cloruros) no estaba diseñada para atender a las características específicas de los mismos. Es decir, se trataba a los derivados de litio de forma genérica, como otros productos mineros. Según diversas fuentes, esto pudo haber tenido un impacto sobre la recaudación del Estado, si bien hasta entonces los precios internacionales de los derivados de litio no habían alcanzado valores de mercado especialmente altos.

En el marco de un programa de control minero, se adoptaron medidas para abordar las deficiencias observadas entre los precios de exportación declarados por las empresas y los precios de referencia internacionales. Se firmó un acuerdo tripartito en marzo de 2016 entre el Servicio de Aduanas, la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) para realizar fiscalizaciones conjuntas e intercambiar información. Una de las primeras acciones en 2017 fue realizar una mayor apertura de las partidas arancelarias, pasando de 4 a 9 posiciones. Este desglose permitió diferenciar y, por ende, mejorar la fiscalización del tipo de producto exportado, su calidad técnica y su valor de comercialización (tamaño de las partículas, concentración, grado industrial/batería, etc.).

Se modernizó también el laboratorio químico de Aduanas, dotándolo de personal altamente calificado en ciencias químicas y equipamiento que permite análisis químico tradicional e instrumental con técnicas modernas como cromatografía y espectroscopia, entre otras. El laboratorio trabaja en colaboración con distintas instituciones como CORFO, Cochilco, CCHEN, Servicio de Impuestos Internos (SII), Instituto Nacional de Normalización (INN) y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Entre 2015 y 2021 se llevaron adelante 62 auditorías, 840 supervisiones de embarques y 1.337 análisis de productos de exportación e importación, con un significativo beneficio fiscal.

En el marco de las medidas llevadas a cabo, en 2021 se llegó a la instancia de un arbitraje internacional relativo a una práctica de precios contra Albemarle, una de las dos empresas que opera en el Salar de Atacama. La CORFO inició una disputa ante la Cámara de Comercio Internacional (ICC, por sus siglas en inglés) por una diferencia en el cálculo de comisiones relativas al arrendamiento de las áreas. Previamente, en 2018, una denuncia similar se había resuelto en un acuerdo previo a la instancia judicial. En suma, las acciones de fortalecimiento de las capacidades de fiscalización tuvieron un efecto positivo sobre las arcas públicas chilenas.

Fuente: Extraído de Ministerio de Economía de la Nación y Fundar (2023).

C. Lección 3: financiamiento de proyectos de litio

La industria del litio, con todas sus peculiaridades, no escapa a algunos rasgos característicos que identifican a las industrias extractivas en general y, dentro de ellas, a la actividad minera en particular. Uno de estos rasgos distintivos es su cualidad de industria capital-intensiva, con requerimientos que están, en general, por encima de la media de otras actividades económicas. En este sentido, para hacer posible el desarrollo y el sostenimiento de esta industria resulta necesario direccionar cuantiosos recursos económicos y disponer de múltiples mecanismos o dispositivos financieros.

El financiamiento, por lo tanto, desempeña un rol clave en el éxito o fracaso de los proyectos mineros. La sucesión de etapas de un proyecto requiere distintas escalas de financiamiento. El estudio crítico para el desarrollo de los proyectos es el bankable feasibility study (BFS), (“estudio de factibilidad financiable” en español)¹⁷, que es aquel que permite avanzar hacia la construcción del proyecto, la etapa que representa el mayor desembolso financiero (véase el capítulo I).

Diagrama II.1
Actividades objeto de financiamiento



Fuente: Elaboración propia.

Desde un punto de vista económico, las etapas de un proyecto minero (véase el capítulo I) pueden agruparse en dos grandes categorías (Lavandaio, 2014): la etapa de riesgo minero¹⁸, que comprende desde la prospección hasta la factibilidad; y la etapa de negocio minero, que incluye la construcción y operación comercial del proyecto hasta el cierre.

El perfeccionamiento y la especialización de tareas ha llevado a una diferenciación de los actores que participan en cada una de estas etapas. Por un lado, se encuentran las empresas que son consideradas *junior*, especializadas en las etapas de riesgo. Por el otro, se encuentran las empresas *major*, que adquieren, desarrollan y operan los proyectos. Si bien existen *majors* que realizan tareas de exploración *greenfield* o *juniors* que deciden avanzar a la construcción y operación, existe una creciente segmentación de las etapas. La vinculación entre ambas tiende a darse mediante *joint ventures*, opciones de compra, fusiones y/o adquisiciones o la venta directa de los activos.

Estos dos tipos de empresa acceden al financiamiento a través de distintos tipos de instrumento financieros. Las fuentes de financiamiento de las grandes empresas son, sobre todo, el sistema bancario tradicional y la emisión de bonos, básicamente apalancados en su capacidad de endeudamiento y activos que les permiten garantizar los mismos. Por su parte, las *juniors* recurren al aporte de sus accionistas (*equity* o suscripción de capital), muchas de ellas a través de su apertura en bolsas especializadas (como la de Toronto, Australia y Londres, además de bolsas *venture*). Luego de la crisis financiera de 2009, que fue acompañada por una baja en el precio de muchos *commodities* minerales, las vías tradicionales de

¹⁷ Técnicamente, se utiliza muchas veces de forma indistinta junto al término definitive feasibility study (DFS) que refiere a la etapa de estudio de factibilidad. Este último es el que acredita que el proyecto es técnica y financieramente robusto, mientras que el BFS suele adicionar detalles específicos sobre las opciones disponibles para aportar capital o asociarse al proyecto.

¹⁸ Para ilustrar el concepto de “riesgo minero” se estima que, en zonas desconocidas (proyectos greenfield), solo entre el 0,5% y el 1% de los proyectos de exploración avanzan hacia la etapa de operación/producción, mientras que este porcentaje puede elevarse al 5% en zonas conocidas (proyectos brownfield) (Regueiro y González-Barros, M. y Espí, J. A., 2019), “The returns on mining exploration investments”. Boletín Geológico y Minero, 130 (1): 161-180). No obstante, no existe suficiente evidencia para extrapolar dichos guarismos a la exploración en litio donde los yacimientos en salmuera tienen una delimitación, a priori, más clara. La evidencia empírica sugiere que el riesgo ha tendido a trasladarse fundamentalmente a la etapa de escalado productivo del método de recuperación de litio desde las diversas salmueras.

financiamiento se tornaron más limitadas ya que se impusieron altos estándares de exigencia de garantía y respaldos para la entrega de capitales. El cuadro II.2 sintetiza los principales instrumentos financieros que se utilizan para captar capital para el desarrollo de proyectos mineros y, en particular, de litio.

Cuadro II.2
Alternativas para el financiamiento de proyectos de minería de litio

Equity	Deuda y otros			Gastos
	Corporativa	Sujeta a activos/proyectos	Operaciones	
Privado	Acciones/bonos convertibles	<i>Joint ventures</i>	Acuerdos de renta	Optimización de CAPEX
Público (TSE, TSXV, LSE, AIM, ASX, NYSE, SANTIAGO X, etc.)	Organismos de fomento/ desarrollo (CAF, BID, Banco Mundial, BNDES, JOGMEC, etc.)	Venta de otros activos del portfolio (distintos al proyecto que se busca financiar)	Optimización de OPEX Reducción de gastos operativos	Reducción de dividendos
Mixto	Bonos corporativos	<i>Net smelter returns</i> <i>Net profits interest</i> (participación futura sobre renta o ventas)	Aprovechamiento de subproductos	
	Monetización de saldos de IVA	<i>Streaming</i> <i>Offtake agreement</i> (acuerdo de compraventa futura)	Fuentes alternativas de ingreso ("peajes")	
	Crédito bancario	<i>Sale and lease-back</i> (venta con posterior arrendamiento)	Optimización de capital de trabajo	

Fuente: Elaboración propia en base a McKinsey & Company e información de mercado.

Notas: CAPEX = *Capital expenditure* (gastos o inversión de capital); OPEX = *Operational expenditure* (gastos operativos); TSE = Toronto Stock Exchange; TSXV = Toronto Stock Exchange Venture; LSE = London Stock Exchange; AIM = Alternative Investment Market (submercado venture de la LSE); ASX = Australian Securities Exchange; NYSE = New York Stock Exchange; SANTIAGO X = Bolsa de Santiago, Venture (Chile).

Cada una de estas opciones pueden definirse sintéticamente como sigue:

a) **Equity**

El *equity* de una empresa es equivalente al patrimonio total de sus accionistas y, por ende, al valor total de la empresa (la diferencia entre todos sus activos y pasivos o deudas). Cuando se lista una empresa de forma pública (en una bolsa de valores) se realiza una oferta pública inicial (IPO, por sus siglas en inglés). Existe un equilibrio entre cuánto del *equity* los accionistas originales estarán dispuestos a ceder a cambio de capital de inversión, el grado de avance del proyecto y la aversión al riesgo de los inversionistas. En la primera etapa de una empresa *junior*, el *equity* tiende a ser privado mientras que, como se indicó previamente, las etapas posteriores requerirán de mayor capital, aún en fase de riesgo. Allí, juegan un rol esencial las principales bolsas de *venture capital*.

b) **Deuda corporativa**

- **Acciones/bonos convertibles.** Otorgan una rentabilidad fija para el inversor, de modo similar a un bono (reduciendo de esa manera el riesgo del instrumento) y pueden eventualmente convertirse en acciones ordinarias (de mayor riesgo).
- **Organismos/agencias de fomento/desarrollo.** Es habitual que organismos nacionales o multilaterales otorguen financiamiento para proyectos con un papel estratégico como puede ser: proveer insumos críticos para industrias, favorecer la transición energética o causar un impacto socioeconómico positivo en regiones postergadas.
- **Bonos corporativos.** Otorgan una rentabilidad fija, normalmente intereses pagaderos a determinado plazo. Estos suelen ser largos, por lo general, mayores al año. Por el respaldo que necesita este instrumento, está circunscripto a empresas *mayor*.
- **Monetización de saldos de impuesto al valor agregado (IVA).** El saldo del IVA puede ser transferido a un tercero, siendo comercializado como un activo. Esto permite adelantar fondeo futuro que, de otra manera, la empresa minera tendría inmovilizado hasta el inicio de la operación comercial.

- **Crédito bancario.** Consiste en la forma más tradicional de deuda corporativa, utilizada en mayor medida por empresas establecidas (*major*). Se acuerda con una entidad financiera un determinado plazo para reintegrar el monto concedido mediante un sistema de amortización para el capital y los intereses.

c) **Sujeta a activos/proyectos**

- **Joint venture.** Es una alianza estratégica constituida por algún tipo de acuerdo comercial de inversión conjunta a mediano o largo plazo entre dos o más empresas, a quienes se las denomina *venturers* o socios. Esta asociación no necesariamente debe constituirse legalmente de acuerdo con lo que se conoce en el mundo hispanohablante como UTE (Unión Temporal/Transitoria de Empresas). Los *joint venture* pueden perseguir diversos objetivos: mejorar el apalancamiento crediticio, incorporar capital, intercambiar *know-how* ("saber hacer"), ganar mercados o diversificar el riesgo, entre otros.
- **Venta de otros activos.** Las empresas de exploración suelen, por lo general, acceder a un área de exploración mayor a la que finalmente resultará el blanco de los trabajos más avanzados. Esas áreas "descartadas", así como otros proyectos explorados en otras regiones o países, pueden ser vendidos para obtener capital que les permita concentrar los trabajos de exploración en el proyecto de interés.
- **Net smelter royalties (NSR)/Net profits interest (NPI).** Los NSR son rendimientos netos de fundición, consisten en la venta de producción futura de la mina al valor de mercado menos los descuentos de refinación y tratamiento del producto. Los NPI son una participación de ganancias netas futuras descontando todos los costos de la empresa (margen de rentabilidad). En ambas opciones el riesgo es elevado y compartido entre el prestamista y la empresa propietaria del proyecto. Es una vía ágil de obtención de capitales, aunque reduce los flujos futuros de la operación.
- **Off-take agreement (o compra anticipada).** Es un acuerdo de compraventa que suele tener la forma de un contrato, generando derechos y obligaciones que pueden ser sometidos a arbitraje legal. Garantiza al comprador una provisión segura y preferente, y al productor le asegura un mercado donde colocar su oferta. Suele negociarse con una anticipación significativa, incluso antes de la construcción de la operación, incluyendo anticipos al contado. Entre las cláusulas de estos contratos suele incorporarse, además de cantidades y precios futuros, el término *take-or-pay* que obliga al comprador a tomar la cantidad comprometida o pagarla, aunque no haga uso de su cuota preferente. Es uno de los instrumentos más extendidos en la industria minera y actúa complementariamente con otros instrumentos al mejorar el apalancamiento crediticio (un proyecto con demanda y flujo de ingresos garantizados es más robusto desde el punto de vista financiero).
- **Sale and lease-back (o venta y arrendamiento).** Es un instrumento menos extendido para proyectos, aunque muy frecuente en servicios (*leasing*). Consiste en la venta del activo, pero, al mismo tiempo, arrendarlo a largo plazo. De esa manera es posible usarlo y hacerse de liquidez inmediata. Ello permite adquirir capital de trabajo para la operación, de forma rentada.

d) **Operaciones**

- **Acuerdos de renta.** Consisten en ceder parte de una tenencia minera a cambio de una renta que puede ser fija o proporcional al mineral que se vaya a obtener en la propiedad.
- **Optimización de OPEX | Reducción de gastos operativos.** Se trata de una vía indirecta para mejorar el flujo de ingresos del proyecto al reducir los costos. Un ajuste de este tipo en la etapa de diseño (factibilidad) mejora la utilidad esperada y por ende también mejora la calificación del proyecto para favorecer otras vías de financiamiento.

- **Aprovechamiento de subproductos.** El aprovechamiento comercial de subproductos permite mejorar el flujo de ingresos. La disponibilidad de este instrumento dependerá de la situación del mercado para esos subproductos y, en la mayor parte de los casos, requerirá además inversiones de capital adicionales para su aprovechamiento.
- **Fuentes alternativas de ingreso ("peajes").** Dado que los proyectos mineros requieren, por lo general, de infraestructura específica para su funcionamiento, que suele construirse a tal fin, la misma puede ser amortizada permitiendo el aprovechamiento de otros emprendimientos mediante el pago de una servidumbre. Esto es habitual para el caso de tendidos eléctricos de media/alta tensión, vías férreas, caminos viales o gasoductos, entre otros ejemplos. Se constituye como una fuente de ingreso que puede trascender la propia vida útil de la operación, aunque dependerá de la ubicación y la capacidad ociosa de la obra.
- **Optimización de capital de trabajo.** Al igual que con los costos operativos, optimizar el capital de trabajo inicial mejorará el tiempo de recupero de la inversión y favorecerá la calificación crediticia.

e) Gastos

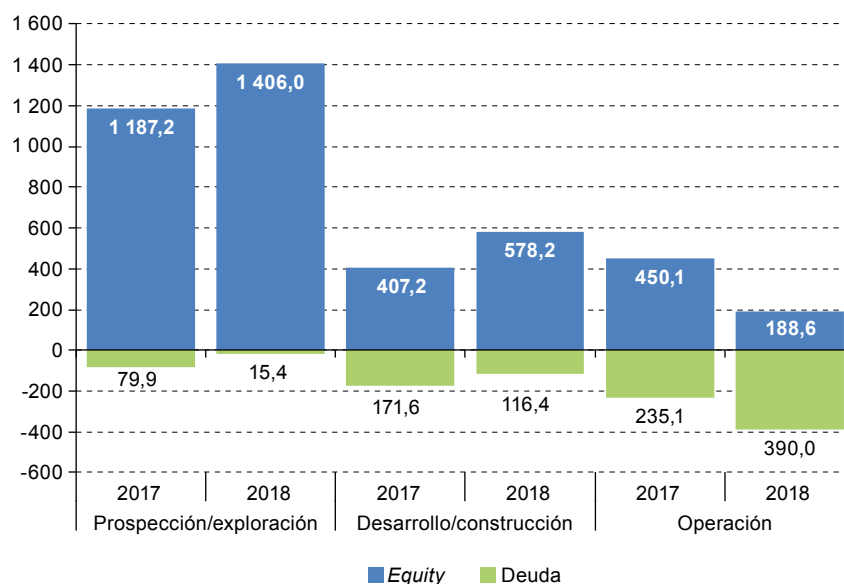
- **Optimización de CAPEX.** Ajustes en el monto de la inversión inicial pueden reducir el riesgo de la operación, generando mayor certidumbre sobre la rentabilidad esperada. En muchos casos esto puede consistir en dimensionar un proyecto de menor capacidad a la proyectada inicialmente o distribuir el CAPEX inicial en etapas o fases (una práctica bastante difundida en la industria).
- **Reducción de dividendos.** Este instrumento está vinculado a empresas *major* (las *juniors* no suelen distribuir dividendos ya que todo el capital se destina al desarrollo del proyecto). Permite disponer de un flujo de caja mayor para reinversiones que, de otra forma, debería ser financiado por otras vías.

El gráfico II.9 ilustra la principal fuente de financiamiento por etapa de las 100 empresas mineras de mayor capitalización de mercado en el Toronto Stock Exchange Venture (TSXV). Estas empresas se dedican a la minería del oro, plata, cobre, hierro, diamante, plomo, zinc, molibdeno, uranio, níquel, carbón y litio, principalmente en la etapa de exploración. Al 31 de agosto de 2021, dentro del top 100 en el TSXV, se podían identificar 10 empresas dedicadas al litio: dos en Argentina, una en Brasil, una en México, tres en Estados Unidos y tres en Canadá. En el gráfico se observa que la participación en el *equity* juega un rol sustancial en el financiamiento de empresas con proyectos en las etapas iniciales ("riesgo minero") mientras que esta relación se invierte al observar emprendimientos en las etapas finales ("negocio minero").

Otra variable para resaltar, que distingue a la actividad minera de otros proyectos de inversión, es el cuasi nulo valor residual de la inversión dado el emplazamiento de la infraestructura y las plantas y maquinarias localizadas en la cercanía del yacimiento, lejos de los centros urbanos. Lo más frecuente es que, dada la especificidad de las maquinarias, el costo de transporte o el costo de desmontaje, se torne inviable la opción de reventa. Inclusive el desmantelamiento y la remediación del terreno intervenido es un costo adicional del proyecto en la etapa de cierre, aun cuando el mismo no hubiese logrado comenzar a operar comercialmente.

Otro factor distintivo que debe ser tenido en cuenta a la hora de analizar proyectos mineros es que, al tratarse de un recurso no renovable, el agotamiento progresivo de las reservas en un depósito determina una vida útil acotada. Si bien es habitual que se realicen ampliaciones o expansiones de capacidad, las decisiones tomadas en la etapa de factibilidad dictarán en buena medida la capacidad del proyecto de generar beneficios de acuerdo con las variables consideradas para el espacio temporal en que transcurrirá la etapa de operación comercial. El cuadro II.3 presenta distintas variables exógenas que suponen un riesgo para la puesta en marcha de los proyectos y el sostenimiento de la operación comercial.

Gráfico II.9
Suscripción de capital versus toma de deuda por etapa de proyecto —100 principales empresas mineras del TSXV
 (En millones de dólares canadienses)



Fuente: Sobre la base de PwC Canadá (2018).

Cuadro II.3
Riesgos para el financiamiento y puesta en marcha de los proyectos de minería de litio

Variable	Riesgos que implica
Ciclos de precios de los commodities minerales.	La cotización del carbonato de litio experimentó una reducción de más del 50% en el período 2018-2020. Una cotización cercana al costo operativo proyectado dificulta las posibilidades de atraer financiamiento o puede llevar a una suspensión de la actividad.
Oferta, es decir, nuevos competidores que puedan abastecer el mercado.	Al tratarse de un mercado relativamente concentrado, la ampliación de proyectos existentes o el ingreso de otros puede actuar como una barrera de ingreso si el mercado se encontrase en equilibrio o sobre abastecido.
Variabilidad de costos, por ejemplo, si un insumo se tornara escaso.	En una región como la Puna argentina, donde un gran número de proyectos se encuentra avanzando a la etapa de construcción, pueden producirse cuellos de botella en determinados insumos hasta que su oferta se ajuste acordeamente.
Tendencia de la demanda, velocidad de adopción de vehículos eléctricos, por caso.	Decisiones de política pública en las grandes economías en torno a subsidios o fomento de vehículos eléctricos pueden alterarse, produciendo un shock a la baja de la demanda, o pueden ralentizar la penetración.
Bienes sustitutos, nuevas tecnologías de almacenamiento energético.	El rol que cumple el litio en las baterías podría ser reemplazado en un futuro próximo por otro elemento con similares prestaciones bajo ciertos avances tecnológicos.
Conflictividad en torno a la licencia social.	Algunas poblaciones han manifestado oposición a la radicación de proyectos de litio, presentando amparos judiciales. (por ejemplo, Thacker Pass en Nevada o Salinas Grandes en Jujuy).
Riesgo soberano: cambios normativos en aspectos ambientales, tributarios o sobre la propiedad de los recursos, entre otros.	Si bien este es un riesgo presente en toda actividad económica, en la actividad minera suele tener una mayor incidencia, dados los niveles y horizontes de inversión y el "costo de salida" (por especificidad de activos).

Fuente: Elaboración propia.

Recuadro II.5
Estudio de caso 4: los acuerdos de compraventa anticipada de Livent

Los acuerdos de compraventa anticipada (*offtake agreement*) suelen tener la forma de un contrato legal que garantiza al comprador (*offtaker*) una provisión segura y preferente, y al productor le asegura un mercado donde colocar su oferta. Las controversias en torno al acuerdo pueden resolverse en un arbitraje. Este tipo de acuerdos contribuyen a mejorar el apalancamiento crediticio, ya que un proyecto con demanda y flujo de ingresos garantizados será más robusto desde el punto de vista financiero y, por ende, habrá mayor disposición a otorgarle un crédito.

BMW-Livent

En este caso BMW Group es el *offtaker*. En 2020 el grupo poseía 31 plantas de producción en 15 países y entregó en 2,33 millones de vehículos, de los cuales 192.662 fueron eléctricos (BEV y PHEV)^a. En ese año, el grupo trazó un objetivo que lo compromete a entregar un mínimo del 25% en vehículos eléctricos de la flota producida hacia 2025^b.

Livent es una empresa de litio integrada, con una trayectoria de producción de casi 80 años. Hasta octubre 2018, cuando realizó su oferta pública inicial, era una empresa subsidiaria del grupo FMC Corporation, con el cual aún se mantiene emparentada. Se especializa en la producción de compuestos de litio: hidróxido de grado de batería, carbonato de litio, butil-litio y litio metálico de alta pureza. Su estrategia, a partir de la escisión como empresa independiente es focalizarse en compuestos de litio de alto rendimiento para los vehículos eléctricos y los mercados de baterías. Su fuente primaria de recursos es el proyecto Fénix (de salmuera) en el Salar del Hombre Muerto, Catamarca (Argentina), en operación comercial desde 1998 y con una capacidad de 18.000 t de carbonato de litio y 9.000 t de cloruro de litio.

En marzo 2021, ambas empresas anunciaron un acuerdo plurianual valuado en € 285 millones para la provisión de compuestos de litio. Como parte del acuerdo, Livent se compromete a proveer, a partir de 2022, a los fabricantes de baterías vinculados a la cadena de suministro del grupo BMW, a la vez que se auditará la sostenibilidad del proceso de extracción mediante un estudio en cooperación con la Universidad *Alaska Anchorage* y la Universidad *Massachusetts Amherst*. Livent también se comprometió a incorporarse como miembro a la *Initiative for Responsible Mining Assurance* (IRMA). Entre las motivaciones del acuerdo, el grupo BMW manifestó que busca diversificar la dependencia del suministro, tanto geográfica, geopolítica como técnicamente.

Livent-Nemaska Lithium

En este caso, Livent se sitúa como el *offtaker* del acuerdo. Nemaska Lithium ("Nemaska") es una empresa *junior* canadiense propietaria del proyecto Whabouchi (de roca dura, pegmatita), localizado en la provincia de Quebec (Canadá). En julio de 2015, el proyecto obtuvo la aprobación ambiental para construcción y planeaba producir unas 213.000 t anuales de concentrado de espodumeno (27.400 t de LCE) durante 26 años^c. El proyecto comenzó a enfrentar dificultades en torno a sobrecostos^d, a las condiciones del mercado internacional del litio y al clima extremo de la región de James Bay donde se localiza. A fines de 2021, la mina no había llegado a construirse y el proyecto se encontraba en *stand-by*.

En octubre de 2016, ambas empresas celebraron un acuerdo de suministro a largo plazo (el "Acuerdo"), por el cual Nemaska debía proporcionar carbonato de litio. Livent buscaba así diversificar las fuentes de obtención del carbonato. Debido a retrasos importantes, Nemaska informó que no estaba en condiciones de comenzar a suministrar el producto de acuerdo con el calendario previsto por el Acuerdo. En julio de 2018, Livent inició un arbitraje ante la Cámara de Comercio Internacional (según establecían los términos del Acuerdo).

El 22 de diciembre de 2019, Nemaska y ciertas afiliadas solicitaron protección de acreedores en Canadá bajo la Ley de Acuerdo de Acreedores de Empresas (la "CCAA", por sus siglas en inglés) en el Superior Tribunal de Quebec (el "Tribunal"). Por orden de dicho Tribunal, el arbitraje internacional se suspendió a la espera de que este pueda dictaminar.

El 29 de mayo de 2020, Livent presentó una solicitud ante el Tribunal para obtener el pago de US\$ 20 millones en custodia por un tercero en beneficio de Livent (los "Fondos de garantía"), compuesto por: i) US\$ 10 millones correspondientes al reembolso de un pago realizado por Livent en virtud del Contrato (el adelanto por la futura provisión que permitía financiar la construcción de Whabouchi) y ii) US\$ 10 millones correspondientes a una multa por rescisión del Acuerdo.

En agosto de 2020, Nemaska anunció que había aceptado una propuesta de venta estructurada como una oferta de crédito bajo la CCAA de un grupo financiero liderado por *The Pallinghurst Group*. Livent acordó resolver sus reclamos contra Nemaska y retirar su solicitud ante el Tribunal a cambio del pago de una parte acordada de los Fondos de garantía.

Finalmente, hacia finales de 2020, Livent celebró un acuerdo para crear un *joint venture* junto con *The Pallinghurst Group* en partes iguales para retomar el proyecto Whabouchi.

Fuente: Elaboración propia.

^a PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle (vehículo híbrido eléctrico enchufable); BEV = Battery Electric Vehicle (vehículo eléctrico de batería o "eléctrico puro").

^b BMW Group (2020), Informe de BMW Group 2020, <https://www.press.bmwgroup.com/argentina/article/attachment/To328019ES/474402>.

^c Una actualización de la factibilidad en 2018, a partir de nuevas perforaciones realizadas en 2016 y 2017, elevó la capacidad hasta las 33.000 t de LCE y extendió la vida útil hasta 33 años.

^d El CAPEX proyectado en 2014 (factibilidad) ascendía a CA\$ 448 millones (US\$ 405 millones) pero a junio 2019 se llevaban invertidos CA\$ 361 millones (US\$ 272 millones) y faltaban invertir CA\$ 375 millones (US\$ 282,6 millones). Un sobrecosto de por lo menos el 60% en dólares canadienses.

Recuadro II.6
Estudio de caso 5: SQM: *joint ventures*, crédito tradicional y *equity*

SQM-Tianqi

SQM produce yodo, compuestos de litio, sales de potasio y químicos industriales, a lo cual se suma su unidad de negocios de nutrición vegetal. Fundada en 1968, tiene actualmente oficinas comerciales en más de 20 países^a. SQM produce carbonato e hidróxido de litio en una planta ubicada en el Salar del Carmen, cerca de Antofagasta, en Chile. La extracción primaria se realiza en el Salar de Atacama.

Tianqi Lithium Corp. es una empresa china con base en Sichuan y una de las primeras productoras mundiales de compuestos de litio. Posee junto a la australiana IGO el 51% (26,01% y 24,99% respectivamente) de Talison Lithium, el *joint venture* que opera la mina Greenbushes en Australia, junto con Albemarle que detenta el 49% restante^b.

En diciembre 2018, Tianqi concluyó la adquisición, por US\$ 4.066 millones, de una participación del 24% en el *equity* de SQM, en acciones Serie A. Dichas acciones eran propiedad de la canadiense Nutrien Ltd. Para concretar este acuerdo Tianqi recibió financiamientos sindicados *sénior* (China Citic Bank Corporation Limited US\$ 2.500 millones) y *mezzanine* (China Citic Bank International Limited US\$ 1.000 millones)^c. Dicha operación fue la más grande concretada en el mercado del litio hasta la fecha.

El acuerdo de compraventa se había firmado el 17 de mayo de 2018 y sufrió algunas dilaciones ya que debió intervenir el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia (TDLC) de Chile. La aprobación de la operación quedó sujeta a ciertas condiciones para Tianqi, referidas a la participación en el Directorio de SQM, el acceso a información sensible de SQM y la notificación al Fiscal Nacional Económico sobre acuerdos comerciales con otros participantes del mercado^d.

Wesfarmers (Kidman)-SQM

En 2017 SQM negoció un *joint venture* en Australia con Kidman Resources, propietaria del proyecto de espodumeno Mt Holland Lithium en Western Australia, para adquirir un 50% del mismo. El acuerdo ascendió a US\$ 110 millones, US\$ 30 millones al contado a Kidman y los restantes US\$ 80 millones para avanzar en el desarrollo del proyecto.

Posteriormente, en septiembre 2019, Wesfarmers adquirió Kidman Resources por un total de US\$ 544 millones (AU\$ 776 millones). En febrero 2021 el *joint venture* Wesfarmers-SQM (50%-50%) anunció que estaría comprometiendo US\$ 1.400 millones para el desarrollo de Mt. Holland Lithium, incluida una planta de conversión a hidróxido de litio.

Estos dos ejemplos dan cuenta de la potencialidad de los acuerdos comerciales para la expansión del negocio en términos de aporte de capital, ampliación de mercados, diversificación geográfica de los recursos y transferencia de *know-how*.

Fuente: Elaboración propia.

^a Primero como una sociedad mixta (62,5% privada 37,5% pública), luego nacionalizada en 1971 y posteriormente privatizada en 1983. En 1993 emitió sus primeros ADR (American Depositary Receipts) en NYSE, el mecanismo para colocar acciones de sociedades extranjeras en el mercado de Estados Unidos.

^b En junio 2021, Tianqi vendió el 49% de este 51% a la australiana IGO.

^c *Sénior*: este crédito suele tener una tasa de interés menor, pero otorga al acreedor la prioridad para ser recuperada en caso de quiebra o liquidación de activos. *Mezzanine*: es un tipo de deuda subordinada, es un híbrido entre crédito y toma de acciones de la empresa deudora.

^d Cabe destacar que Tianqi participa en Australia en un *joint venture* junto con Albemarle y a su vez SQM es un competidor de Albemarle y ambas extraen su recurso en el Salar de Atacama en Chile.

Recuadro II.7
Estudio de caso 6: el acuerdo POSCO-Pilbara Minerals

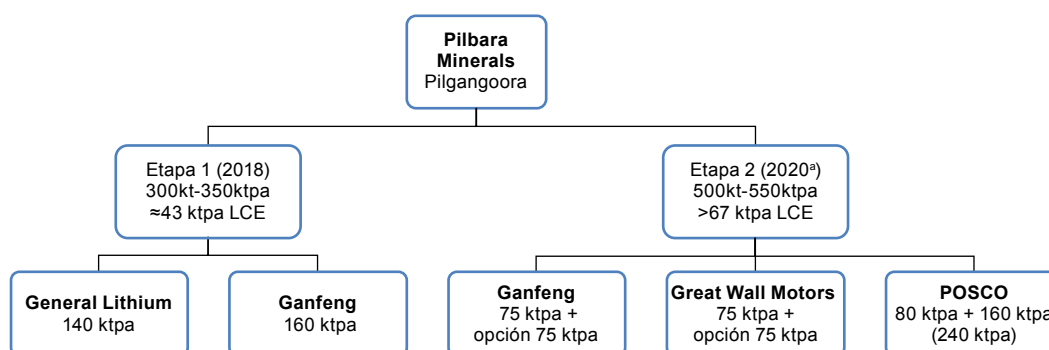
Se analizarán aquí cuatro instrumentos financieros implícitos en el acuerdo comercial entre POSCO y Pilbara Minerals: *off-take-agreement*, *joint venture*, financiación de CAPEX por etapas y bono convertible.

Pohang Iron and Steel Company (POSCO) es una empresa establecida en 1967, con base en Pohang, República de Corea. Es el cuarto productor mundial de acero y un proveedor importante de las industrias automotriz y naval surcoreanas desde hace más de cuarenta años. Entre las áreas de negocio también cuenta con infraestructura, comercialización de materias primas y química, entre otras. Ha iniciado un proceso de diversificación con foco en el sector energético, proveyendo materiales para generadores eólicos, paneles solares y paquetes de baterías. Posee el proyecto en salmuera de litio Sal de Oro, en la frontera entre Salta y Catamarca, Argentina.

Pilbara Minerals opera el 100% de la mina Pilgangoora en Australia Occidental, de donde obtiene concentrado de tantalio y de espodumeno. La operación fue puesta en marcha en octubre de 2018 con una capacidad equivalente a 43.000 t de LCE. La empresa posee en la actualidad acuerdos de compraventa con Ganfeng Lithium, General Lithium, Great Wall Motor Company, POSCO, CATL y Yibin Tianyi.

En este caso, POSCO opera como un *offtaker* con una gran capacidad financiera generada por los ingresos del grupo económico, y también técnica, en la etapa de conversión química del concentrado mineral.

Diagrama 1
Acuerdos de compraventa de cada etapa del proyecto Pilgangoora



Fuente: Pilbara Minerals (2018).

^a La etapa 2 del proyecto fue dilatada a la prevista originalmente dadas las condiciones adversas para el mercado en el año 2019 y la posterior irrupción de la pandemia; ktpa = miles de toneladas por año.

El primer acuerdo con POSCO fue anunciado el 28 de febrero de 2018, con el objetivo de concretar el financiamiento de la segunda etapa, unos 8 meses antes de la puesta en marcha de la primera. El acuerdo implicaba:

- Un adelanto al contado de AU\$ 79,6 millones que permitiera acelerar la etapa 2 (el CAPEX total de la misma estaba estimado en AU\$ 207 millones).
- La adquisición de 160.000 toneladas/años adicionales sujetas a la participación de Pilbara en una planta de conversión química junto a POSCO “*downstream joint venture*”, con la tecnología probada PosLX.
- Un bono convertible adicional por un valor equivalente al adelanto (AU\$ 79,6 millones) convertible a la sola opción de Pilbara para participar en el *joint venture*.

En octubre 2021, se anunció la concreción del *downstream joint venture*, para construir la planta de conversión a hidróxido de litio en Gwangyang, ciudad portuaria de República de Corea, con una capacidad de 43.000 toneladas que comenzaría a producir en 2024. El monto de esta inversión sería de US\$ 800 millones. Inicialmente la participación de Pilbara en el joint venture será del 18% financiada principalmente con el bono convertible, pero puede elevarse al 30% dentro de los 18 meses de la puesta en marcha con éxito de la planta de conversión.

El volumen físico del acuerdo original de 240 miles de toneladas por año (ktpa) fue ajustado a un total de 315 ktpa para un plazo de 20 años o hasta el agotamiento de la mina. Como compensación por el incremento se produjo un nuevo anticipo del joint venture hacia Pilbara Minerals para financiar capital de trabajo y futuras ampliaciones por un monto de US\$ 25 millones. Se acordó, a su vez, que las transacciones se realizarían a precio de mercado tomando como referencia otros concentrados de espodumeno en base CIF^a.

Se destaca, por lo visto hasta aquí, el modo en que Pilbara Minerals ha podido financiar la construcción mediante acuerdos, incluyendo distintos instrumentos que redujeron el riesgo de la inversión, que pudo de esta manera escalar en dos etapas. El flujo de ingresos por venta de la primera etapa, sumado a los anticipos al contado, permitieron financiar la segunda.

Fuente: Elaboración propia.

^a CIF, acrónimo del término en inglés: Cost, Insurance, and Freight, “incluye el costo de los bienes, el seguro y el flete, hasta el puerto de destino convenido”.

D. Lección 4: impactos socioeconómicos de la minería del litio (Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia)

Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile conforman el “triángulo del litio”. Esta calificación se atribuye, por un lado, a la participación de estos tres países en la distribución de recursos (concentran el 53,4% de los recursos conocidos (U.S. Geological Survey, 2023)) y, por el otro, al rol que, a nivel global, ha tenido en la producción en base a salmueras (principalmente de origen chileno y argentino). A mediados de 2023, existen cinco emprendimientos productivos a escala comercial en la región (dos en Chile y tres en Argentina) que concentran el 33,9% de la producción primaria de litio a nivel mundial.

Sin embargo, el desarrollo del sector en cada país ha sido dispar. En Chile, las operaciones comerciales en el Salar de Atacama (Albemarle y SQM) tuvieron inicio entre 1984 y 1996. En la Argentina, la primera operación comercial en el Salar del Hombre Muerto (Livent) inició en 1998, la segunda en el Salar de Olaroz (Sales de Jujuy) en 2015 y una tercera en el Salar Cauchari-Olaroz (Minera Exar) se encuentra escalando su proceso industrial y prevé inicio a mediados de 2023. Otras seis operaciones en este país se encuentran en fase de construcción, con fecha probable de inicio entre 2024 y 2026. El Estado Plurinacional de Bolivia, por otra parte, cuenta con producción de compuestos de litio a escala modular, con pruebas piloto para extracción directa y con la construcción avanzada de una planta de 15.000 t de LCE. La empresa estatal Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) opera en el salar de Uyuni una planta de cloruro de potasio desde 2018 que cuenta con una capacidad de 330.000 toneladas.

Esta disparidad en el desarrollo del sector en cada país no permite realizar una evaluación integral del impacto socioeconómico que ha tenido la producción de litio a nivel regional. A continuación, se realizará una caracterización de la región y se puntualizarán potenciales impactos que puede generar la actividad en base a la experiencia comparada.

Recuadro II.8

Otros proyectos de litio en operación en América Latina

Actualmente, en América Latina, se pueden resaltar dos proyectos en operación fuera de los salares del triángulo. Estas dos operaciones están en Brasil en las minas de Cachoeira (Companhia Brasileira de Litio-CBL) y de Mibra (AMG Lithium), con una capacidad combinada de 14.000 toneladas/año en pegmatitas. Hay otros proyectos que no están en etapa de operación, como el de arcillas en Sonora, México (Bacanora Lithium) y el proyecto Falchani en Puno, Perú, donde el litio está alojado en tobas volcánicas (American Lithium). En estos dos últimos casos aún no existen métodos metalúrgicos conocidos para su aprovechamiento comercial (véase el capítulo I).

Fuente: Elaboración propia.

1. Características de la región puneña y del altiplano andino

La puna es una meseta de alta montaña que abarca territorios al noroeste de Argentina, norte de Chile, suroeste de Bolivia, hasta el sur de Perú. Se estima que su altura promedio es de 3.800 metros sobre el nivel del mar, aunque las definiciones sobre su delimitación geográfica y corte altitudinal pueden variar en cada país. La región ha sido cuna de diversas culturas precolombinas. Está surcada por cordones montañosos, volcanes y cuencas endorreicas que han dado lugar a la formación de los salares. Estos últimos, contienen concentraciones de litio por encima de otras formaciones similares en el mundo y la explotación del mineral se ve, por su parte, favorecida por el clima y la irradiación solar. Distintos autores definen a la puna como un conjunto de ecorregiones, encontrándose los salares principalmente en la puna desértica, con precipitaciones casi nulas o menores a los 100 mm, y en la puna seca, con precipitaciones que varían entre los 100 y 400 mm (Cabrera, 1968).

Para una caracterización sociodemográfica de la región es necesario recurrir a las divisiones políticas que no necesariamente coinciden con los límites de la ecorregión. Así, se pueden identificar las siguientes divisiones subnacionales (véase el mapa II.1).

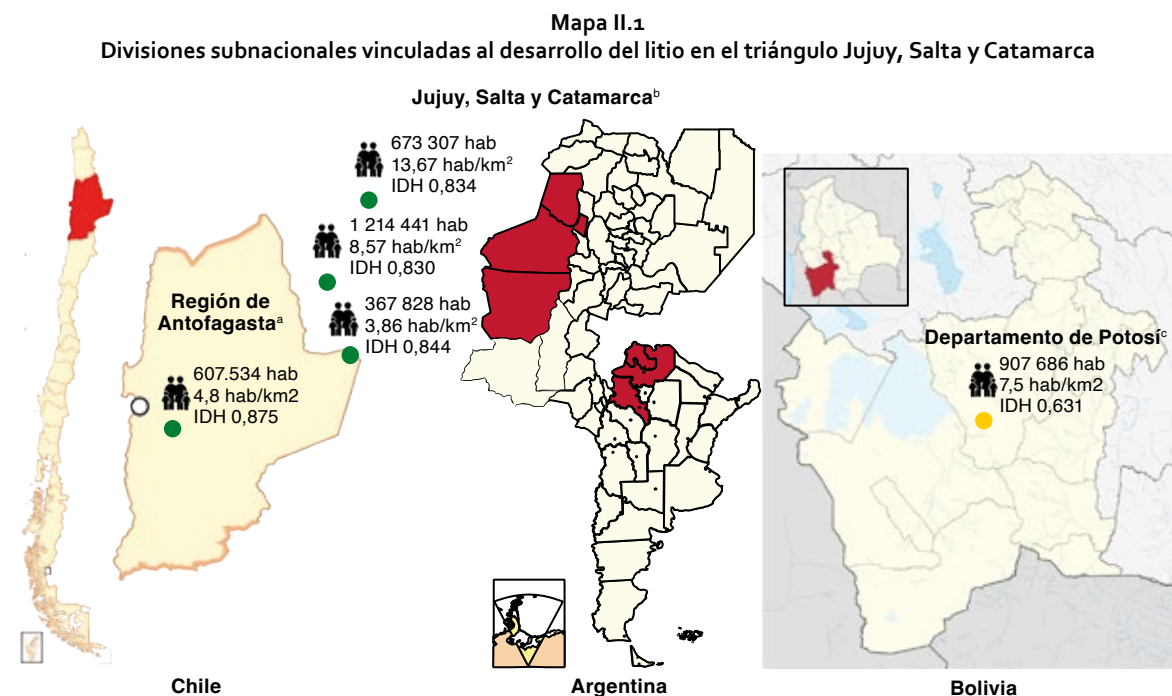
- **Región de Antofagasta, Chile.** Es la segunda región más grande de Chile. La minería ha sido históricamente la principal actividad económica. Alberga dos de las minas de cobre más grandes del mundo: Chuquibambilla y La Escondida. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) se encuentra 0,024 puntos por encima de la media chilena. Cabe destacar que la región cuenta con un desarrollo relativo de infraestructura y que San Pedro de Atacama, ciudad aledaña al salar homónimo y principal explotación de litio, es una ciudad donde la actividad turística tiene un rol considerable. Al observar los rasgos de la explotación de litio se destaca que el Salar de Atacama se encuentra a unos 2.305 metros sobre el nivel del mar (relativamente menor a sus países vecinos) y que las plantas de procesamiento de compuestos de litio de Albemarle y SQM se encuentran aguas abajo a tan sólo 15 kilómetros del puerto de Antofagasta. La densidad poblacional en la Provincia de El Loa (al oriente de la región) es de 3,7 habitantes por km².
- **Provincias de Jujuy, Salta y Catamarca, Argentina.** Las tres provincias del noroeste argentino tienen una población conjunta de 2.255.576 habitantes y una economía relativamente diversificada en torno a la agricultura, la minería, el turismo y cierto desarrollo industrial. El IDH se encuentra en los tres casos por debajo de la media argentina. Al examinar en detalle la Región de la Puna de Atacama¹⁹, se observa una realidad sociodemográfica muy diferente al interior de las provincias. Estos departamentos en conjunto poseen una superficie de 34.835 km² y una densidad poblacional de sólo 0,15 habitantes por km² (2010), de las más bajas del país. La infraestructura de transporte y energética es escasa y la distancia desde las explotaciones de litio hacia los puertos de salida del Pacífico (Antofagasta o Mejillones, en la Región de Antofagasta) varían entre los 500 y 700 km. La altitud en la cuenca del Salar de Cauchari-Olaroz es de unos 3.900 metros sobre el nivel del mar y en el Salar del Hombre Muerto de 4.000 metros sobre el nivel del mar.
- **Departamento de Potosí, Estado Plurinacional de Bolivia.** La minería se constituye como la principal actividad económica del departamento, con explotaciones de plata, plomo y zinc, entre otros. Ha tenido el mayor auge en la primera mitad del siglo XX, concentrando buena parte de la producción mundial de estaño. Sin embargo, la región es una de las de menor desarrollo relativo del país ocupando el último puesto en términos de desarrollo humano, según el IDH, con 0,631, lo que la posiciona en el rango de desarrollo humano medio²⁰. La infraestructura es deficitaria (Ströbele-Gregor y Birk, 2012) y²¹ se observa una superficie de 76.918 km² y una densidad poblacional conjunta de 1,34 habitantes por km² (2012). El Salar de Uyuni se ubica a una altura de 3.650 metros sobre el nivel del mar.

Algunos rasgos comunes de las tres regiones son la presencia de comunidades de pueblos originarios, una economía ligada históricamente a la extracción de recursos naturales desde tiempos precolombinos y, como se ha indicado previamente, las características propias en el clima y la altitud. No obstante, se observan asimetrías en torno al desarrollo económico, el acceso a infraestructura básica, la geografía y la distancia a los puertos de exportación.

¹⁹ Tomando como límites políticos los departamentos de Susques, Jujuy; Los Andes, Salta; y Antofagasta de la Sierra, Catamarca. No se incluyen aquí otros departamentos como el de Tinogasta en Catamarca (que alberga el proyecto Tres Quebradas) o el de Cochinoca en Jujuy (que alberga el salar Salinas Grandes) ya que exceden ampliamente la ecorregión y poseen otras características estructurales.

²⁰ El indicador IDH por regiones de Bolivia fue tomado del Global Data Lab, "Subnational HDI Database" <https://globaldatalab.org/shdi/>.

²¹ Comprende las provincias de Nor Lípez, Antonio Quijarro, Daniel Campos y Enrique Baldivieso del Departamento de Potosí. No se incluye en este análisis al Salar de Coipasa en el Departamento de Oruro, dado que el mayor esfuerzo de desarrollo ha estado históricamente ligado a Uyuni.



Fuente: Elaboración propia.

^a Población: INE 2017; IDH 2019: *Global Data Lab*.

^b Población: INDEC 2010; IDH 2016 PNUD; Datos correspondientes a las provincias, departamentos señalados: Susques, Jujuy; Los Andes, Salta; Antofagasta de la Sierra, Catamarca.

^c Población; INE 2017; IDH 2019 *Global Data Lab*; los límites y los nombres que figuran en este mapa no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

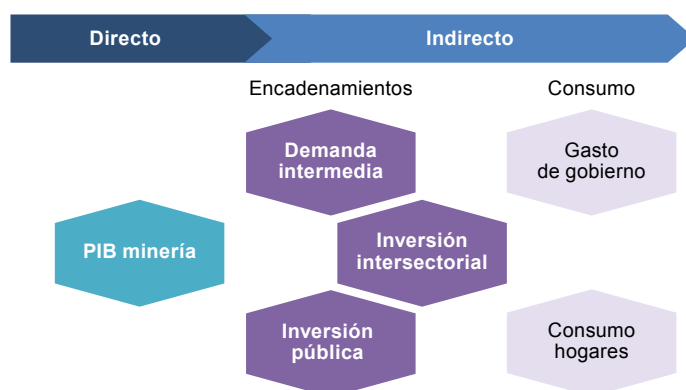
2. El impacto del desarrollo del sector del litio en la región

Para que la actividad minera se desarrolle de forma dinámica y robusta es necesario abordar de manera integral la sostenibilidad en los tres aspectos fundamentales del desarrollo: ambiental, económico y social. En este sentido, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible es el lenguaje común entre los diferentes actores y, para ser efectivo, se necesita una perspectiva intersectorial, multiactor e integradora. Esta mirada incluye el papel de las cadenas de valor que vinculan a los productores de materias primas con los países compradores de los recursos.

El diálogo y respeto de saberes entre los actores es fundamental y debe incluir, además de los factores socioeconómicos, los aspectos ambientales, técnicos, culturales, históricos e institucionales, los cuales son decisivos en el proceso de crecimiento económico local. En las siguientes líneas se limitará el análisis a algunos aspectos vinculados al impacto socioeconómico. Estos impactos se evidencian de manera directa o indirecta sobre el Producto Interno Bruto (PIB), en el empleo, la producción, las exportaciones y la recaudación. La actividad minera también tiene efectos indirectos sobre la cadena productiva, a través de la cadena de proveedores de bienes y servicios, la inversión pública y la inversión privada que desarrollan los actores vinculados a la actividad. Por último, existen impactos inducidos sobre otros sectores de la economía que son traccionados por la presencia de la actividad en una región determinada, como pueden ser el comercio, el turismo, la agricultura, entre otros.

El diagrama II.2 presenta algunos de estos impactos generados a partir de la producción de carbonato de litio o hidróxido de litio más allá que estos tengan como destino el mercado externo. Como se ha visto, el litio posee diversos usos y, a partir de sus aplicaciones, pueden darse nuevos eslabonamientos aguas abajo, en diversas industrias como el caso de la electromovilidad (véase el capítulo III).

Diagrama II.2
Impactos del desarrollo de la actividad minera sobre la economía



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Cochilco (2020).

En primer lugar, el PIB de la minería de litio corresponde al valor agregado que se genera a partir de la transformación del recurso natural en un producto comercializable. Sin embargo, este indicador no es suficiente para medir todos los encadenamientos generados por la actividad, ya que no refleja aquellas actividades del sector secundario (industria) y terciario (servicios) que son motorizadas alrededor de la extracción, así como tampoco aquellos efectos derivados de dichas actividades. A continuación, se listan los encadenamientos principales presentados en el diagrama II.2.

- **Demanda Intermedia.** Incluye todos los bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la actividad industrial:
 - Servicios: transporte de personal, limpieza, seguridad e higiene, alimentación, lavandería industrial, logística, alquiler de maquinarias, obra civil, telecomunicaciones, energía, servicios profesionales (tecnologías de la información, jurídicos, contables, recursos humanos, etc.), ingeniería, montaje de estructuras, servicios ambientales, entre otros.
 - Bienes: *soda ash* (carbonato de sodio), carbonato de calcio, dióxido de carbono, solventes, combustibles, bombas de extracción, geomembranas, equipamiento industrial, equipos de monitoreo ambiental, plantas piloto, rodados, infraestructura civil, insumos para la construcción, *pipiing*, entre otros.

En este aspecto existe una gran oportunidad de generación de actividad económica y movilización de recursos, además de recaudación de ingresos públicos, para los países y regiones, ya que muchos de los servicios pueden ser provistos localmente. Asimismo, la política pública puede orientarse a fortalecer las capacidades para que la mayor parte de los servicios, en particular aquellos más intensivos en conocimiento, se desarrollen localmente. Muchos de los bienes también pueden encontrarse localmente u ofrecen oportunidades de sustitución en el mediano y largo plazo (con el apoyo de políticas públicas y a través de estrategias, por ejemplo, de adaptación, imitación e ingeniería inversa).

Si bien comparte bienes y servicios con otras actividades (como suministro de agua, minería metalífera, extracción de petróleo y gas natural, entre otras), el hecho de que sea una actividad incipiente y poco desarrollada en el mundo la posiciona como un nicho donde generar un clúster local en torno a la actividad.

- **Inversión sectorial.** Los requerimientos de inversión en los proyectos de explotación en base a salmueras se ubican en el rango de entre US\$ 400 y 700 millones (para capacidades de 20.000 t de LCE). Como se indica en el cuadro II.4, cerca de un tercio o más de esta inversión está vinculada al movimiento de suelos, nivelación e impermeabilización de las pozas de evaporación, con un gran componente de mano de obra y proveedores locales. La mano de obra en la etapa de construcción, que puede extenderse por 2 a 3 años, suele triplicar la mano de obra directa en la etapa de operación y generar capacidades y calificaciones específicas (como soldadores, por ejemplo) que pueden trasvasarse a otras actividades en la región.

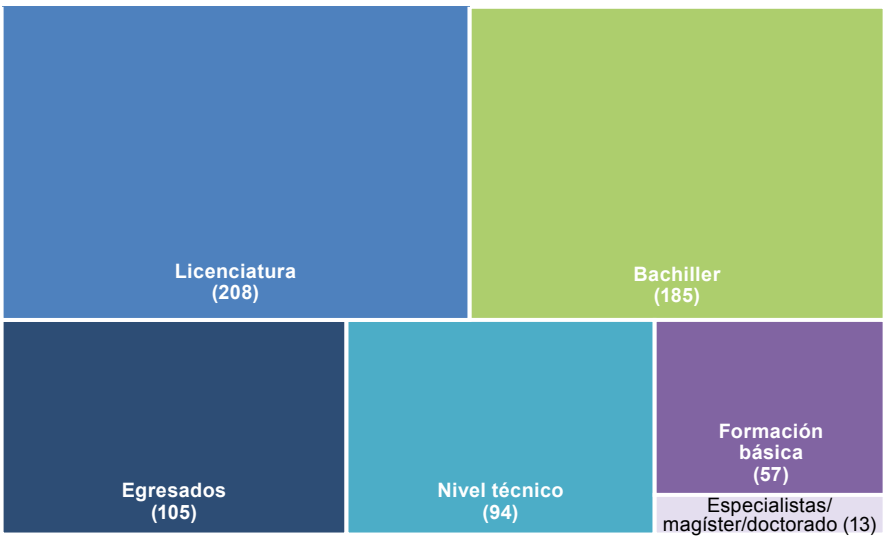
Cuadro II.4
Gastos de capital del proyecto Cauchari-Olaroz

Categoría	Gastos de capital (En millones de dólares)	Porcentajes
Pozas de extracción de salmuera	50,1	8,9
Pozas de evaporación y concentración	145,3	25,7
Planta de carbonato de litio	174,9	31,0
Reactivos	12,4	2,2
Infraestructura en el sitio	72,5	12,8
Servicios externos	13,3	2,4
Costos directos	468,5	83,0
Costos indirectos	86,6	15,4
Contingencias (1,7%)	9,4	1,7
Total de gastos de capital	564,7	100,0

Fuente: Lithium Americas Corp (2020).

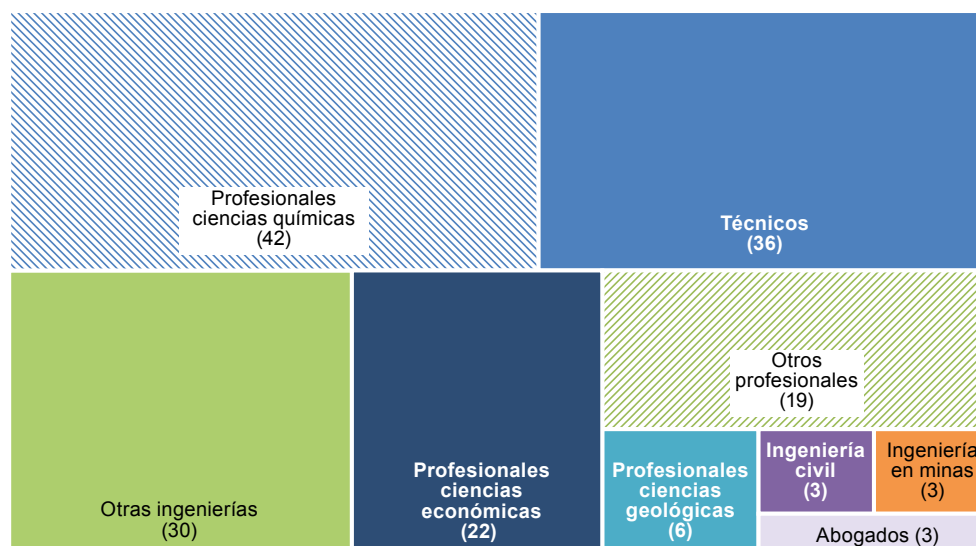
- **Inversión pública.** El desarrollo de la infraestructura (en ocasiones con participación del sector privado) para suplir las necesidades específicas del proyecto tiene, por lo general, efectos sobre otras actividades y el bienestar general de la población. Aquí puede incluirse el acceso a servicios de red como el gas, la electricidad, las telecomunicaciones o la mejora en la infraestructura vial que mejore las condiciones de acceso de las poblaciones en la región. Dentro de la inversión pública también se incluye infraestructura para servicios educativos y de sanidad.
- **Empleo.** Un aspecto destacado de la minería del litio es la calificación promedio de la planta de personal en las operaciones, ya que se trata de una actividad donde intervienen procesos industriales de complejidad técnica. Así, por ejemplo, se observa que de 662 empleados que registraba YLB en 2019, cerca del 65% tenía formación terciaria o universitaria (véase el gráfico II.10). Por su parte, la operación de Sales de Jujuy, en Argentina, contaba en 2018 con 164 profesionales con dicho nivel de formación entre los 385 empleados (véase el gráfico II.11).

Gráfico II.10
Distribución del empleo por nivel de formación en YLB, 2019
(En número de empleos)



Fuente: YLB, (2020).

Gráfico II.11
Distribución del empleo por profesión en Sales de Jujuy, 2018
(En número de empleos)



Fuente: Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación Argentina (2019).

Se destaca, a su vez, el impacto regional del empleo. De acuerdo con información de COCHILCO (Ministerio de Minería del Gobierno de Chile, 2022), el empleo directo e indirecto de la actividad minera explica al 61% del empleo total en la Región de Antofagasta (2019), donde, además del litio, se desarrolla la minería del cobre. En la provincia de Jujuy, sólo de manera directa, la actividad minera explicaba hacia 2018, el 7,1% de la masa salarial privada provincial (Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación Argentina, 2019).

El nivel de remuneraciones de la actividad es otra variable para considerar. De acuerdo con información del Centro de Estudios para la Producción XXI (CEP-XXI), en 2020, la remuneración promedio de la minería metalífera superaba en 2,8 veces al promedio nacional argentino (Rajzman, 2021). En Chile, Sonami estima que la remuneración sería 1,8 veces superior. De acuerdo con Jones y otros (2021), hacia 2025, el impacto anual en el empleo de las faenas de litio podría alcanzar los US\$ 70 millones en el caso de Chile y cerca de US\$ 100 millones en el de Argentina.

Por último, la perspectiva de género es un gran desafío que tiene por delante la actividad, ya que la minería ha presentado tradicionalmente tasas de masculinidad elevadas. En la actualidad, entre el 15% y el 20% de los cargos son ocupados por mujeres y se espera que, al tratarse de una actividad incipiente, se pueda incrementar la participación femenina en el corto plazo.

Por otra parte, se encuentran los efectos de “segunda vuelta” (o inducidos), cuya medición es más compleja desde el punto de vista metodológico. Allí se incluyen:

- **Gastos de gobierno.** La mejora de la recaudación, producto de la actividad, puede generar un efecto sobre otras actividades ya que el Estado puede destinar dichos fondos a la promoción sectorial, la generación de capacidades, o el gasto en I+D+i.
- **Consumo de hogares.** Si bien la minería es una actividad capital-intensiva, donde la mano de obra, en relación con el valor bruto de producción, puede ser menor a otras actividades, la incidencia a nivel regional puede ser muy alta dado que los salarios se encuentran significativamente por encima de la media y con altas tasa de formalidad. Es así como un

incremento de la masa salarial regional tiende a generar un efecto en el consumo, motorizando actividades inmobiliarias, el comercio o el turismo, favorecido por los ingresos de los trabajadores vinculados a la actividad. Además, el nivel de salarios y la tasa de formalidad pueden generar una suerte de efecto Baumol²² sobre otras actividades asociadas a la cadena de valor o indirectamente vinculadas.

Otro efecto inducido que, según se ha observado puede ser traccionado por la actividad, es un efecto intergeneracional, por la existencia de una oportunidad tangible de desarrollo profesional y económico familiar. De acuerdo con algunos autores (Pavcnik, 2017), el desarrollo del empleo y la inversión en una región pueden transmitirse a las generaciones siguientes a través de canales como la mejora de la educación y la salud o la disminución de la criminalidad o las adicciones, entre otras.

Otro efecto inducido que puede ser traccionado por la actividad, es un efecto intergeneracional, por la existencia de una oportunidad tangible de desarrollo profesional y económico familiar. De acuerdo con algunos autores, existe una transmisión del empleo formal de los padres a las oportunidades educativas de los hijos y su inserción laboral futura que favorecen la movilidad social (Neidhöfer, G. et al., 2018; García-Andrés, A. et al., 2019). Un estudio reciente de Orihuela, et al. (2022) para las regiones chilenas halló que la Región de Antofagasta presentaba las mayores tasas de movilidad intergeneracional y encuentra una de las explicaciones en la actividad minera, mayormente cuprífera. Se requiere mayor cantidad de estudios en la región del triángulo del litio y/o en relación con actividades extractivas para corroborar empíricamente que este efecto se evidencia análogamente.

Por último, cabe mencionar entre los impactos de la actividad, el rol que pueden cumplir las acciones de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) que desarrollan las empresas. La RSE se asocia a los compromisos que asumen las empresas con el cumplimiento de buenas prácticas económicas, sociales y ambientales. En este sentido se realizan acciones que buscan compartir el beneficio de la operación con las comunidades del área de influencia a través del fomento de actividades productivas alternativas, la práctica de deportes, el apoyo a eventos culturales, la capacitación en oficios, becas estudiantiles, o en el financiamiento de obras que tengan un impacto positivo en la calidad de vida en general. Algunos ejemplos que pueden citarse son la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales o el apoyo a un equipo de fútbol femenino, en Antofagasta (Chile); la construcción de un complejo turístico termal, la plantación de quinua y la construcción de un parque solar, en las provincias litíferas argentinas; o la consolidación de caminos rurales y las prácticas profesionales para estudiantes en la región de Potosí, en el Estado Plurinacional de Bolivia.

Cabe destacar, sin embargo, que las prácticas de RSE no reemplazan a los mecanismos institucionales a través de los cuales se deben canalizar los vínculos entre el sector público, el sector privado y la sociedad, de acuerdo con los compromisos y reglas definidos en cada territorio. En estos casos, también pueden verificarse aportes pecuniarios o de otro tipo, acordados entre el estado y las empresas operadoras, con destino a obras de infraestructura o de apoyo a actividades comunitarias. Estas prácticas se abordarán con mayor detalle en el capítulo 6.

²² El aumento de los salarios en otras actividades que no han experimentado aumentos de productividad se debe a la necesidad de competir por los empleados con actividades de mayor demanda (como sería la instalación de un emprendimiento minero) y, por lo tanto, pueden pagar salarios más altos.

Bibliografía

- Benchmark Mineral Intelligence (2021), "Benchmark's Lithium 101: Supply", presentación de *Benchmark 101 Series*, 8 de julio de 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=YBYNpab2OXI> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Bloomberg New Energy Finance (2019), "EVO 2019 Update Trade War and the Impact Battery Supply Chains", presentación en *11th Lithium Supply & Markets Conference*, 12 de junio de 2019.
- Cochilco (2020), "Medición de los encadenamientos productivos de la industria minera en Chile", DEEPP 02/2020, <https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Encadenamientos%20en%20la%20miner%C3%ADa%202021%20enero%20con%20RPI.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Cabrera, A. (1968), "Geo-ecology of the mountainous regions of the tropical Americas. Geo-ecología de las regiones montañosas de las Américas tropicales", Bonn, Dümmler in Kommission.
- García-Andrés, A., Aguayo-Téllez, E., & Martínez, J. N. (2019), "Is formal employment sector hereditary? Determinants of formal/informal sector choice for male Mexican workers - ¿Es hereditario el empleo en el sector formal? Determinantes de la elección del sector formal/informal para los trabajadores mexicanos hombres", *Estudios Económicos*, Vol. 34, Nº 1, pp. 91-122.
- IEA (2023a), *Global EV Data Explorer*, Paris, International Energy Association, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- IEA (2023b), *Global EV Outlook 2023*, Paris, International Energy Association, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, Paris, International Energy Association, <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Jones, B., Acuña, F. y Rodríguez, V. (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", Documentos de Proyectos LC/TS.2021/89, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Lavandaio, E. (2014), "Conozcamos más sobre Minería", Serie Publicaciones Nº168, Buenos Aires, Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR.
- Lithium Americas Corp (2020), "Updated Feasibility Study and Mineral Reserve Estimation to Support 40,000 tpa Lithium Carbonate Production at the Cauchari-Olaroz Salars, Jujuy Province, Argentina", NI 43-101 Technical Report, <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1440972/000106299320005006/exhibit99-1.htm> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- London Metal Exchange (2018), "The Li-ion battery metals revolution at the LME", julio.
- London Metal Exchange (2023), "Contract Specifications" [en línea] <https://www.lme.com/en/Metals/EV/LME-Lithium-Hydroxide-CIF-Fastmarkets-MB/Contract-specifications> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Maxwell, P. (2015), "Transparent and Opaque Pricing: The Interesting Case of Lithium", *Resources Policy*, Vol. 45, pp. 92-97.
- Ministerio de Economía de la Nación y Fundar (2023), "Argentina Productiva 2030. Misión 8. Desarrollar el potencial minero argentino con un estricto cuidado del ambiente. Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico", Buenos Aires.
- Ministerio de Minería del Gobierno de Chile (2022), "Minería 2050. Política Nacional Minera 2050", cita a Cochilco sobre la base de DIPRES y CODELCO, Consejo Minero, INE y Banco Central.
- Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación Argentina (2019), "Impacto económico de la actividad minera - Provincia de Jujuy", https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/impacto_economico_de_la_actividad_minera_pcia_de_jujuy_nov19.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Neidhöfer, G., Serrano, J., & Gasparini, L. (2018), "Educational inequality and intergenerational mobility in Latin America: A new database", *Journal of Development Economics*, Vol. 134, pp. 329-349.
- Obaya, M. y Céspedes, M. (2021), "Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/58), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Orihuela, J., Díaz, J., C., P., Montecinos, A., Troncoso, P., & Villarroel, G. (2022), "Decentralizing the Chilean miracle: regional intergenerational mobility in a developing country", *Regional Studies*, Vol. 57, Nº 1, pp. 1-15.

- Pavcnik, N. (2017), "The impact of trade on inequality in developing countries", *NBER Working Papers, National Bureau of Economic Research, Inc.* N° 23878.
- Pilbara Minerals (2018), "Powering a Sustainable Energy Future", Diggers & Dealers Mining Forum 2022, <https://company-announcements.afr.com/asx/pls/oeb24581-12bf-11ed-8d96-eaba3ca16782.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- PwC Canadá (2018), "Junior Mine. A period of opportunity".
- Rajzman, N. (2021), "Oportunidades y desafíos para la minería en Argentina. Estudio de caso: mercado global de cobre." Documentos de Trabajo del CCE N° 6, abril de 2021, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación de la República Argentina, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/dt_6_-_oportunidades_y_desafios_de_la_mineria_en_argentina_o.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Redhead, A. (2018), "Monitoring the Value of Mineral Exports: Policy Options for Governments", Winnipeg, International Institute for Sustainable Development (IISD) y Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), <https://www.oecd.org/tax/beps/monitoring-the-value-of-mineral-exports-oecd-igf.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Seekingalpha (2018), "Lithium Miners News For The Month Of November 2018", <https://seekingalpha.com/article/4224402-lithium-miners-news-month-november-2018> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ströbele-Gregor, J., y G. Birk (2012), "Litio en Bolivia: El plan gubernamental de producción e industrialización del litio, escenarios de conflictos sociales y ecológicos, y dimensiones de desigualdad social". Working Paper N° 14, Berlin, DesiguALdades, Research Network on Interdependent Inequalities in Latin America.
- U.S. Geological Survey (2023), "Mineral commodity summaries 2023".
- YLB (2020), "Memoria Institucional 2019", <https://www.ylb.gob.bo/resources/memoria/Memoria-YLB-2019.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

III. El litio y las redes globales de producción: estructura, flujos y actores

Martín Obaya²³

El litio es uno de los insumos críticos de la transición energética, por su uso en la fabricación de las baterías utilizadas por los vehículos eléctricos y las redes de energías renovables. Como contracara de este proceso, el litio ha pasado a ser considerado un recurso estratégico en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile, donde se considera que su explotación puede ser una plataforma para el cambio estructural. El análisis de las oportunidades y los desafíos que enfrenta el desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio, tanto en la industria minera como también aguas abajo en la industria de baterías, debe realizarse considerando la compleja red de producción de alcance global de la electromovilidad. La estructura y las dinámicas que se desarrollan al interior de las redes globales de producción tienen una incidencia determinante sobre la distribución geográfica de los procesos de agregación de valor, así como sobre la apropiación y distribución de los beneficios derivados de estos procesos.

Este capítulo propone plantear las bases para llevar adelante este análisis, abordando cuatro objetivos específicos. En primer lugar, se analizará la división internacional del trabajo entre los países que participan de distintos segmentos de la red global. En segundo lugar, se examinará la configuración geográfica de los distintos segmentos de actividades que se desarrollan en el interior de la red global y analizar las redes que se forman, entre las empresas que participan en ella. Finalmente se analizarán las políticas de promoción de la electromovilidad en distintas partes del mundo que afectan la demanda de baterías y, por lo tanto, los mercados de producción de compuestos de litio.

²³ Martín Obaya es licenciado en economía egresado de la Universidad de Buenos Aires, además obtuvo una maestría en relaciones internacionales de la Università di Bologna y un doctorado en ciencias sociales de la Monash University, con una investigación sobre procesos de innovación tecnológica en subsidiarias de empresas transnacionales automotrices en el Mercado Común del Sur. En la actualidad, se desempeña como investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Vicedirector del Centro de Investigaciones para la Transformación de la Escuela de Economía y Negocios de la Universidad Nacional de San Martín (CENIT-EEyN-UNSAM). Correo electrónico: mobaya@unsam.edu.ar.

A. Lección 1: geografía de las redes globales de producción de las baterías de iones de litio

Las redes de producción de baterías de iones de litio (BiL) se caracterizan por una división del trabajo muy marcada entre regiones. En primera instancia, se encuentran aquellos países que están especializados en la producción de materias primas y los compuestos básicos para la fabricación de baterías y sus componentes. Se denominará a este conjunto de actividades como segmento “aguas arriba” de la cadena de valor. Como se ha visto en el capítulo 1, en el caso de la producción de litio, las actividades que se desarrollan en este segmento difieren según se trate del mineral contenido en salmueras en salares (Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile) o en roca (pegmatitas) y la posterior conversión del concentrado de espodumeno en compuestos de litio (Australia y China).

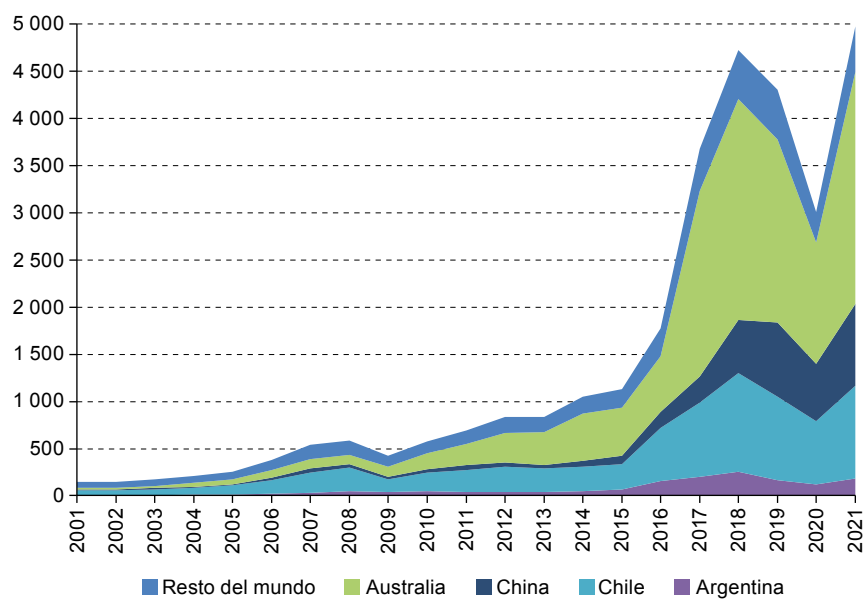
Por otro lado, se encuentran los países especializados en los segmentos intermedios y aguas abajo de la cadena productiva. En el primer caso, se incluyen actividades correspondientes a la producción de precursores químicos y componentes para la producción de BiL, como cátodos, ánodos, electrolitos, etc. En el caso del segmento aguas abajo, se incluyen la producción de celdas, paquetes de baterías y las actividades de reciclado. En ambos casos, los polos de producción dominantes son los países asiáticos, especialmente China, Japón y la República de Corea. El papel de Estados Unidos y Europa es secundario, aunque se encuentra en ascenso.

Como puede deducirse de lo anterior, la única excepción relevante respecto a este esquema “bipolar” es China, que ha desarrollado una estrategia dirigida a integrar verticalmente en su territorio una gran parte de las actividades de la cadena de producción de BiL. En el caso del segmento aguas arriba, la estrategia china combina la explotación de depósitos locales con la importación de compuestos de litio y de concentrado de espodumeno para su conversión en plantas locales.

En el período comprendido entre 2009 y 2021, las exportaciones mundiales de compuestos de litio y concentrados de espodumeno se han multiplicado por 11 (véase el gráfico III.1). En 2016, se produjo un cambio importante en el ritmo de expansión, que se explica por un crecimiento de la producción, especialmente en Australia, y un aumento significativo en los precios (véase el capítulo II). El primer ciclo de aumento de precios se extendió hasta finales de 2018. Luego, se verificó otro ciclo ascendente, mucho más pronunciado, entre 2021 y 2022. Con la parcial excepción de China, prácticamente el total de lo producido se exporta a los países donde continúa el proceso de producción de BiL.

Cabe destacar que la participación de los países en el total de exportaciones difiere de su participación en el volumen de producción global de litio. A pesar de que en los últimos años se ha reducido la brecha entre Australia y Chile en términos de producción (alcanzó los 43 puntos porcentuales en 2018), esta sigue siendo grande entre el líder y su principal seguidor (véase el gráfico III.2).

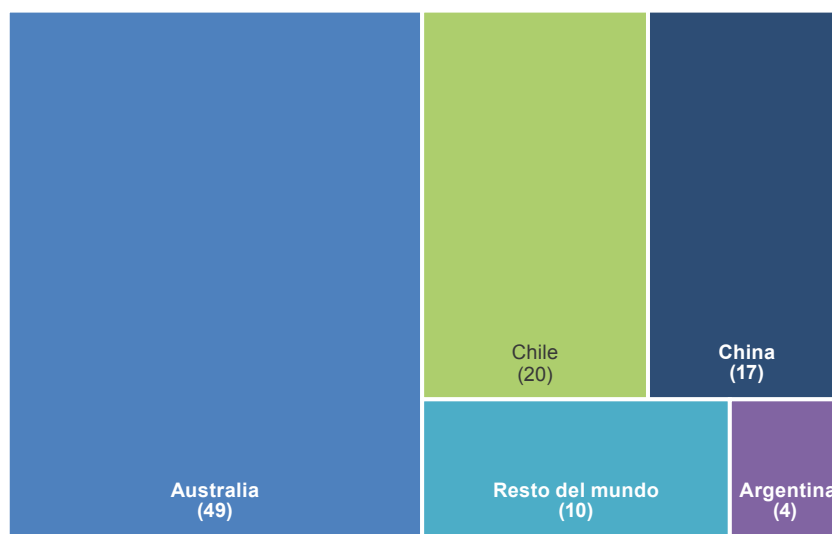
Gráfico III.1
Exportaciones de concentrado de espodumeno, carbonato de litio e hidróxido de litio, 2001-2021
(En millones de dólares)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (UN COMTRADE).

Nota: Se consideraron las siguientes líneas arancelarias del sistema armonizado. Carbonato de litio 2836.91. Óxido e hidróxido de litio 2825.20. En el caso de concentrado de espodumeno, no existe una línea específica para el producto. Siguiendo a LaRocca, se consideró la línea arancelaria 2530.90, correspondiente a otros minerales. Véase Gregory LaRocca. "Global Value Chains: Lithium in Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles." editado por Office of Industries. Washington D.C.: U.S. International Trade Commission (USITC), 2020.

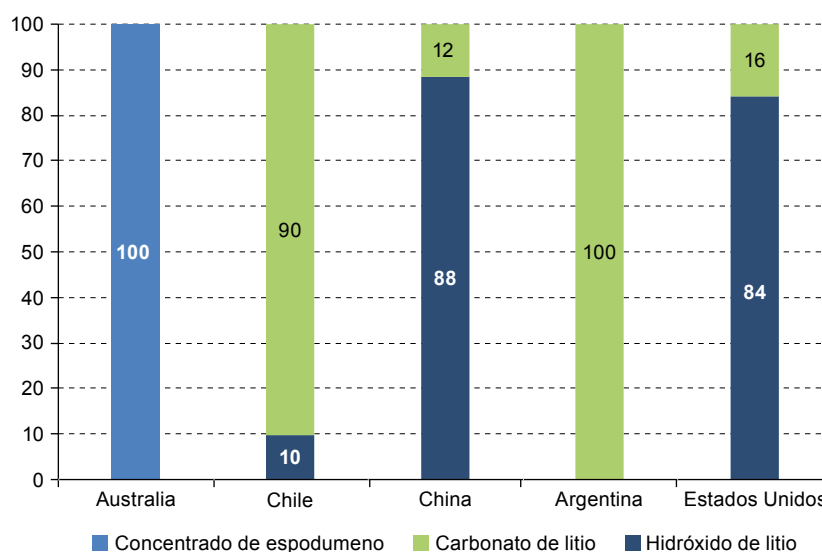
Gráfico III.2
Participación de países en las exportaciones mundiales de litio, 2021
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (UN COMTRADE) e Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de la República Argentina.

Esta diferencia se explica fundamentalmente por la composición y el valor unitario de las exportaciones de cada uno de estos países. Esta brecha es relevante para comprender los circuitos materiales de la cadena global de valor, en particular en lo que respecta a la participación de los países de América Latina. Por un lado, Australia exporta un concentrado de espodumeno, que luego es refinado en plantas ubicadas en China. En cambio, tanto Chile como Argentina exportan productos refinados que pueden ser utilizados directamente en la producción de material activo para cátodos (véase el gráfico III.3).

Gráfico III.3
Composición de las exportaciones de litio, por países seleccionados, 2021
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (UN COMTRADE) e Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de la República Argentina.

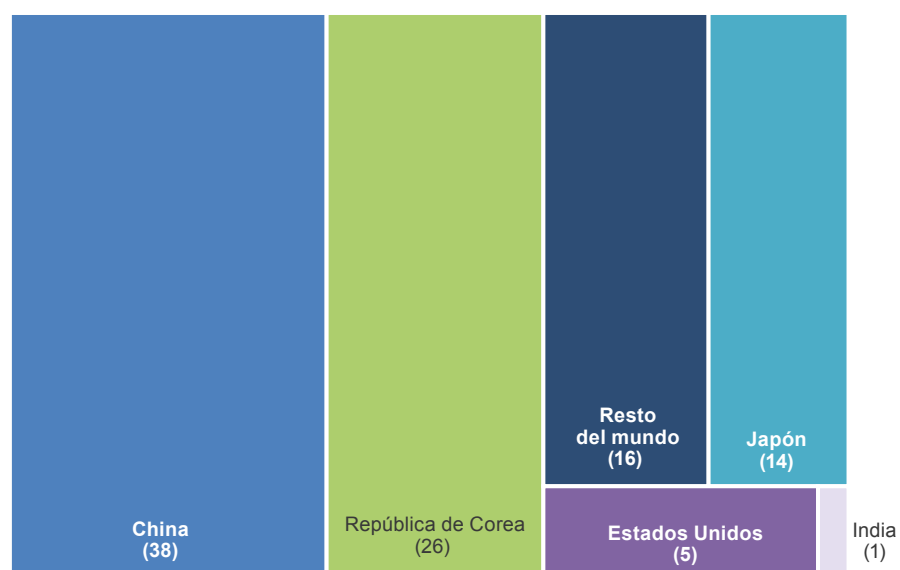
Nota: Los valores dentro de las columnas indican la participación de cada producto respecto al total de productos de litio exportados.

Por el lado de las importaciones de compuestos de litio, el mercado también muestra elevados niveles de concentración geográfica, que reflejan la preponderancia de los países asiáticos en las actividades de producción de material catódico para BiL (véase el capítulo II). La importancia relativa de cada uno de los países como importadores de litio varía según el tipo de producto.

En materia de comercio de concentrado de espodumeno, estos se explican fundamentalmente por la relación bilateral entre Australia y China. En 2022, el país asiático explicó el 97% de las exportaciones australianas de este producto. Como se ha señalado, en China se concentra la mayor parte de las plantas de conversión de concentrado de espodumeno del mundo. Las empresas chinas que desarrollan estas actividades tienen participación accionaria en las minas australianas o acuerdos de compra anticipada con las empresas que operan allí.

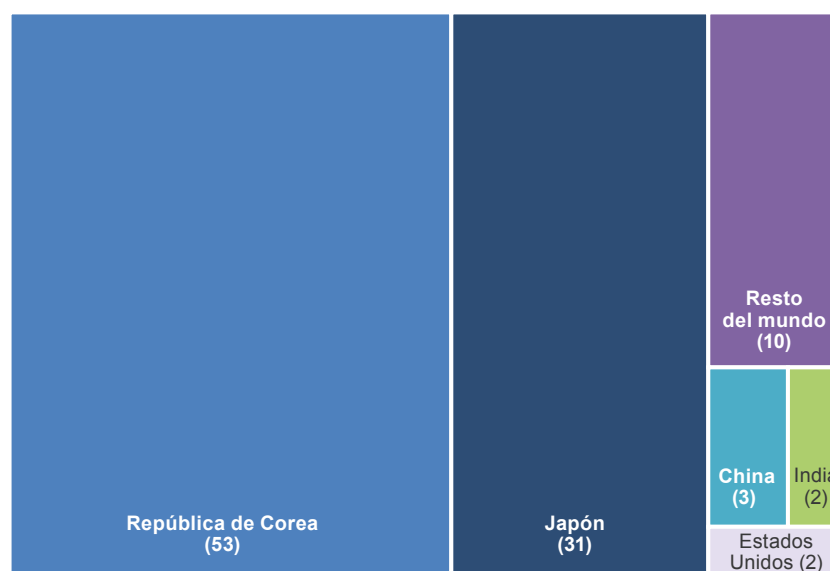
En lo que se refiere al mercado de carbonato de litio, China, la República de Corea y Japón explican de manera conjunta el 78% de las importaciones mundiales (véase el gráfico III.4). En el caso del hidróxido de litio, los tres países alcanzan el 87% (véase el gráfico III.5). En este último caso, el peso de China es relativamente insignificante (3%). Esto se debe a que el país es un gran productor y exportador de hidróxido de litio, gracias al control de las plantas de conversión de concentrado de espodumeno.

Gráfico III.4
Participación de países en las importaciones mundiales de carbonato de litio, 2021
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (UN COMTRADE).

Gráfico III.5
Participación de países en las importaciones mundiales de hidróxido de litio, 2021
(En porcentajes)

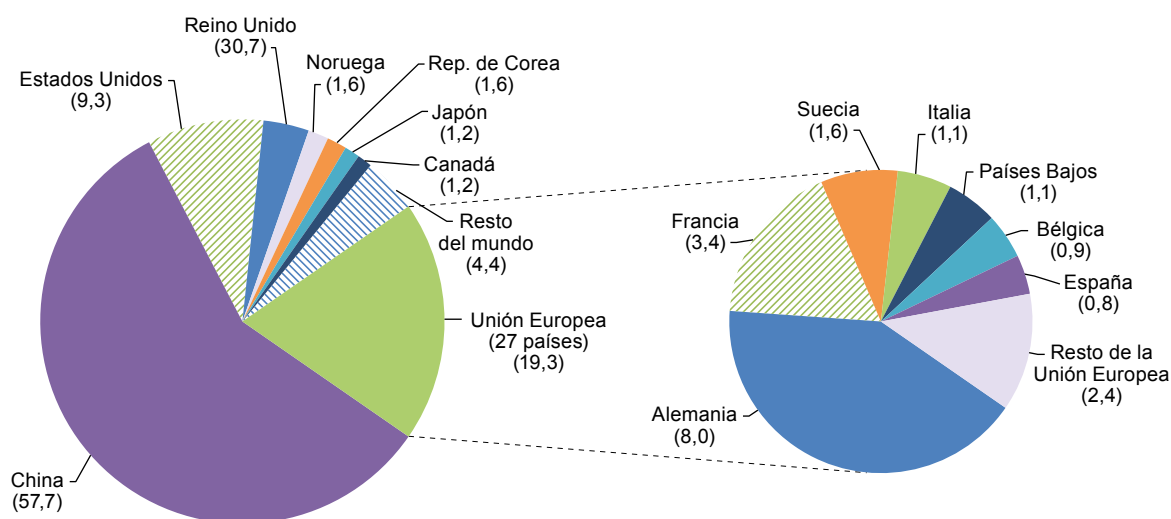


Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Datos Estadísticos de las Naciones Unidas sobre el Comercio de Productos Básicos (UN COMTRADE).

1. La regionalización de las redes globales de producción de baterías de iones de litio

La dimensión productiva de las redes globales de producción (RGP) de BiL se caracteriza por un progresivo proceso de regionalización que se verifica en torno a los principales mercados de consumo de vehículos eléctricos. La aglomeración geográfica se verifica particularmente en las actividades de producción de celdas de BiL y de automóviles eléctricos. Este es el caso, principalmente, de las regiones de América del Norte, Europa y Asia (especialmente China). En 2022, China explicó el 54% de las ventas totales de vehículos eléctricos y más del 50% del total de la flota a nivel global, con más de 15 millones de unidades (IEA, 2023). (véanse los gráficos III.6 y III.7).

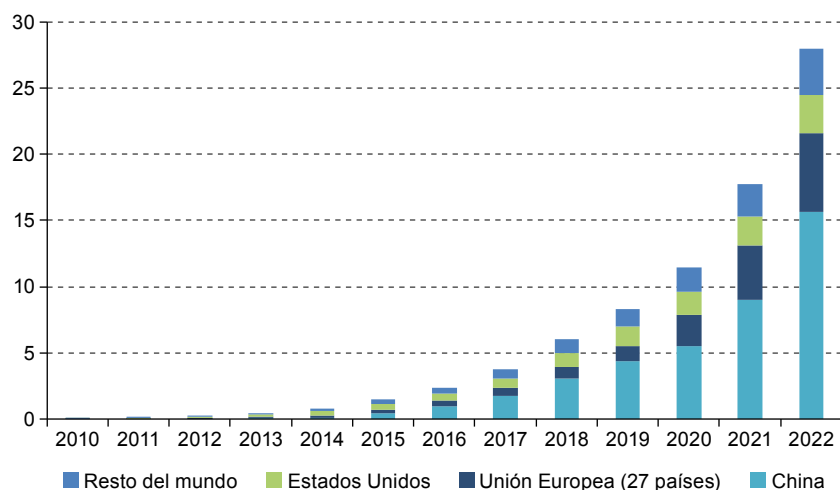
Gráfico III.6
Ventas de vehículos eléctricos^a en el mundo, por país, 2022
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de IEA (2023), *Global EV Outlook 2023*, IEA, París.

^a Incluye todos los tipos de vehículos de carretera (automóviles, buses, camiones, furgonetas), sean vehículos eléctricos de batería (BEV, por su sigla en inglés) o vehículos híbridos enchufables (PHEV, por su sigla en inglés).

Gráfico III.7
Flota de vehículos eléctricos en el mundo^a, por país, entre 2010 y 2022
(En millones de vehículos)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de IEA (2023), *Global EV Outlook 2023*, IEA, París.

^a Incluye todos los tipos de vehículos de carretera (automóviles, buses, camiones, furgonetas), sean vehículos eléctricos de batería (BEV, por su sigla en inglés) o vehículos híbridos enchufables (PHEV, por su sigla en inglés).

Distintos factores explican la tendencia hacia la concentración geográfica. Como se verá más adelante, los grandes productores y consumidores de vehículos eléctricos han implementado políticas de promoción de la producción, así como también de fomento a la investigación y el desarrollo. El propósito es desarrollar cadenas regionales de valor de baterías que se localicen en las cercanías de las plantas automotrices. A ello, se suman también políticas orientadas a lograr un abastecimiento estable y seguro de materias primas.

Adicionalmente, el transporte de BiL presenta importantes desafíos logísticos que se originan en riesgos inherentes a su seguridad. Los peligros asociados con el envío de baterías de iones de litio significan que el seguro de flete puede ser extremadamente alto (Jones, Acuña y Rodríguez, 2021; Horowitz y Coffin, 2018). Esto aumenta significativamente los costos de transporte, en particular en el caso de las baterías destinadas a vehículos eléctricos y favorece la regionalización de la cadena de valor.

Estos factores contribuyen a explicar la decisión de las principales empresas productoras de celdas de BiL de construir sus *gigafactories* (giga-fábricas o fábricas de baterías) cerca de los mercados de consumo o allí donde se espera un crecimiento significativo de la electromovilidad.

En gran medida, la mayor parte de los vehículos comercializados en cada mercado son fabricados en el propio país. Esto es particularmente notable en China, que ha absorbido casi la totalidad de los vehículos producidos allí entre 2010 y 2019. También es significativa en Europa (83%) y en Estados Unidos (65%). En el caso de Japón y, sobre todo, de la República de Corea, la proporción es menor, ya que en estos países la exportación ha tenido mayor peso que el consumo interno de vehículos eléctricos (véase el cuadro III.1).

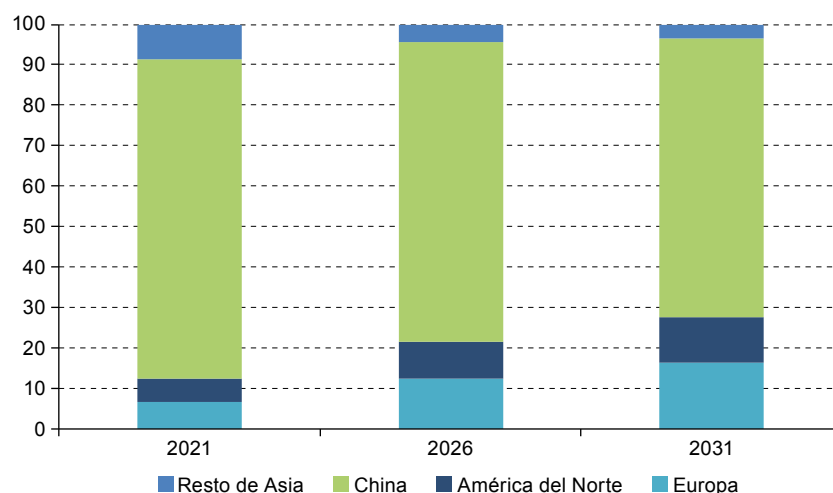
Cuadro III.1
Producción y mercados de destino de vehículos eléctricos comercializados entre 2010 y 2019
(En unidades y porcentajes)

		Producción de vehículos eléctricos (En unidades)					
		China	Europa	Estados Unidos	Japón	República de Corea	Resto del mundo
Venta de vehículos eléctricos (En porcentajes)	China	3 500 000	30 000	95 000			490
		99	2	6			
	Europa	5 100	1 300 000	270 000	210 000	140 000	18 000
			83	18	30	51	11
	Estados Unidos	1 300	160 000	950 000	150 000	44 000	110 000
			10	65	22	16	66
	Japón		23 000	4 000	240 000		
			15		35		
	República de Corea		8 100	13 000	1 100	72 000	20 000
			1	1		26	12
	Resto del mundo	18 000	53 000	130 000	90 000	20 000	17 000
		1	3	9	13	7	10

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jin y otros (2021).

En cuanto a la capacidad de producción de celdas de BiL para vehículos eléctricos, su distribución geográfica guarda similitudes con la correspondiente a las ventas de vehículos eléctricos. La capacidad mundial de producción se ha concentrado fuertemente en China. En 2021, este país explicó el 79% de la capacidad mundial de producción. El resto de Asia explicó el 9%, mientras que Europa y América del Norte se encontraron más rezagados con 7% y 6%, respectivamente (véase el gráfico III.8).

Gráfico III.8
Distribución geográfica de la capacidad de producción de celdas de BiL, actual y proyectada, 2021, 2026 y 2031
 (En porcentajes)

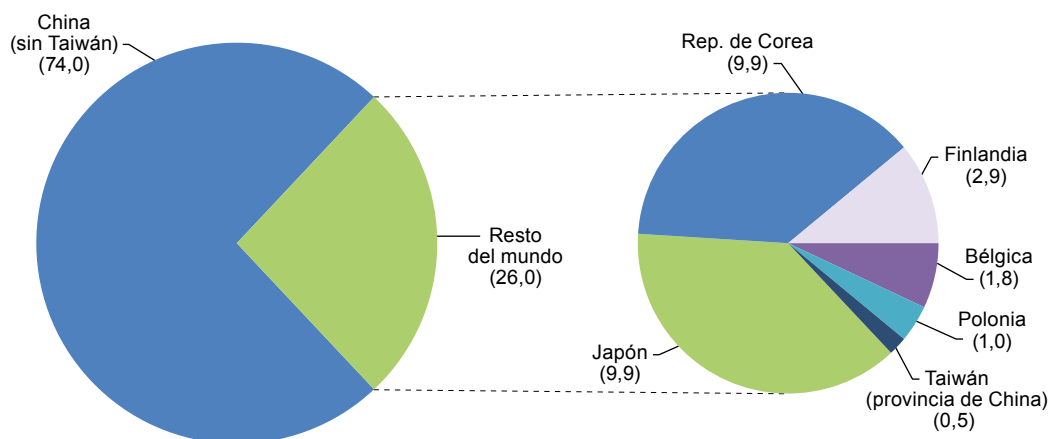


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Benchmark Mineral Intelligence.

Las proyecciones hacia 2031 indican que la brecha entre China y el resto del mundo se cerraría parcialmente. El país asiático reduciría su participación en 10 puntos porcentuales, mientras que Europa y América del Norte pasarían a explicar el 16% y 11%, respectivamente. Es posible, sin embargo, que la relación entre estas dos regiones se vea alterada en favor de la región americana, como consecuencia del impacto que la *Inflation Reduction Act* pueda tener sobre los flujos de inversión.

El análisis de las cifras en el mercado de cátodos se vuelve más complejo ya que se trata de un segmento menos transparente que el celdas y automóviles. Según las estimaciones de Jones, Acuña y Rodríguez (2021), la concentración geográfica de este segmento productivo es mayor que en los otros. De acuerdo con estos autores, hacia 2025 China concentrará el 74% de la producción mundial. Por su parte, la República de Corea, Japón y Taiwán explicarán el 87% de la producción restante.

Gráfico III.9
Proyección de la participación de países en el mercado mundial de producción de cátodos, 2025
 (En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jones, Acuña y Rodríguez (2021).

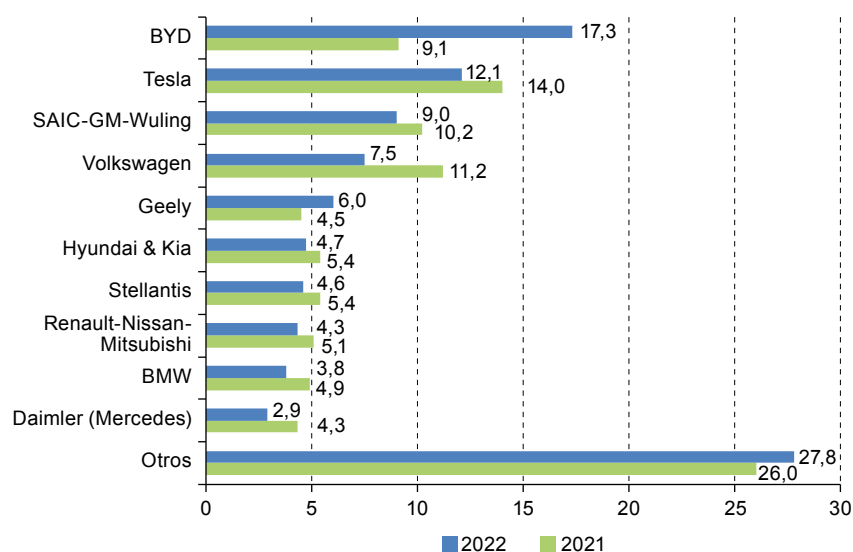
B. Lección 2: redes de empresas en segmentos productivos intermedios y aguas abajo

La progresiva consolidación de una industria automotriz especializada en la electromovilidad tiene incidencia sobre la configuración de redes en todos los segmentos productivos que participan de las redes globales de producción (RGP) de BiL. Las estrategias de países y empresas en los segmentos intermedios y finales influyen en la estructura y dinámicas de estas redes. La intervención pública en cada territorio también es relevante.

El liderazgo en esta industria recae en fabricantes de automóviles y productores de celdas de BiL que definen aspectos clave como costo, autonomía, velocidad y seguridad de los vehículos eléctricos. Aunque el mercado de vehículos eléctricos es emergente, se destaca que, por ejemplo, las ventas automóviles eléctricos de pasajeros alcanzaron 10,2 millones de unidades en 2022, representando el 14% de las ventas de automóviles en el mundo IEA (2023)²⁴. En este mercado conviven fabricantes tradicionales con nuevos, como Tesla y empresas chinas, que han crecido más rápidamente debido a su temprana incursión en la electromovilidad.

El nivel de concentración del mercado de vehículos, si bien es superior al de vehículos tradicionales, no es elevado: en 2021, los cinco mayores fabricantes dieron cuenta del 52% del mercado mundial de vehículos eléctricos. Además, muestra niveles crecientes de competencia. La empresa china BYD tuvo en 2022 un gran crecimiento en su cuota de mercado, que se ubicó en 17,3%. La empresa estadounidense Tesla, que lideraba este ranking hasta el año anterior, quedó relegada a la segunda posición con el 12,1% del mercado de vehículos eléctricos (véase el gráfico III.10).

Gráfico III.10
Participación de mercado de vehículos eléctricos de pasajeros, por fabricante, 2021 y 2022
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de SNE Research (2023a).

Nota: El cálculo de la participación considera la entrega al consumidor o el registro del vehículo eléctrico.

²⁴ Automóviles de pasajeros refiere a vehículos ligeros de pasajeros de diferentes tamaños, utilitarios deportivos y camiones ligeros. Vehículos eléctricos refiere vehículos eléctricos de batería (BEV, por su sigla en inglés) o vehículos híbridos enchufables (PHEV, por su sigla en inglés).

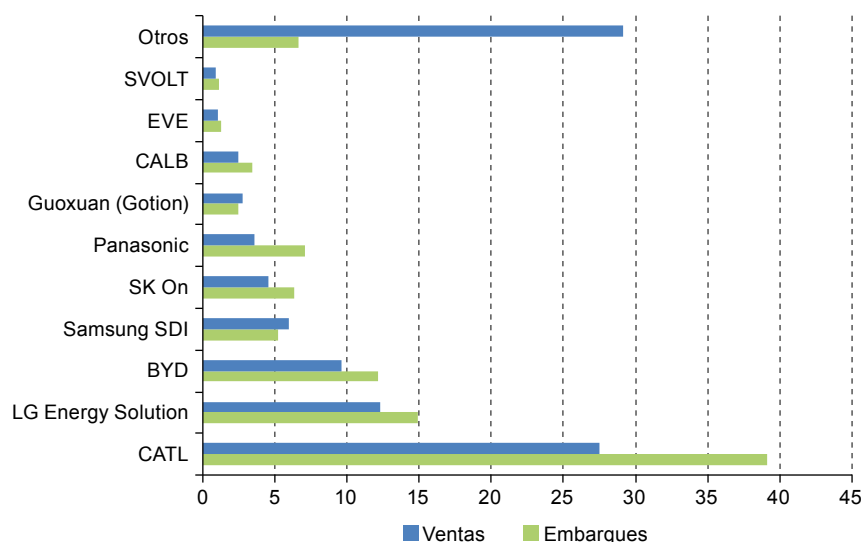
El núcleo de las redes conformadas en los segmentos intermedios y aguas abajo está constituido por la asociación entre las empresas productoras de vehículos y las productoras de celdas, que operan como socios estratégicos. Las automotrices aportan la marca, el mercado para los vehículos y la capacidad de organización de la RGP, mientras que los productores de celdas aportan la tecnología clave para el funcionamiento de los nuevos vehículos, que es una de las llaves para el potencial de expansión de dicho mercado, toda vez que el paquete de baterías explica más del 50% del costo total de un vehículo eléctrico (Lutsey y Nicholas, 2019).

Existe una dependencia mutua entre las empresas de estos segmentos. Para las empresas automotrices, no es posible satisfacer la demanda del mercado sin el soporte de sus socios estratégicos y el suministro de componentes o módulos por parte de sus proveedores especializados. Para los productores de celdas, por su parte, el segmento automotriz es el que ofrece mayores perspectivas de crecimiento para la colocación de sus productos.

En lo que se refiere a la fabricación de BiL para vehículos eléctricos, los principales fabricantes de celdas son LG Energy Solution, Samsung SDI y SK Innovation de la República de Corea, y Panasonic de Japón. Estos países tienen una larga trayectoria como fabricantes de productos electrónicos, que fueron aquellos que tempranamente demandaron baterías de ion de litio. Sin embargo, el fuerte crecimiento del mercado chino de electromovilidad motivó un fuerte crecimiento de las empresas de este país: en primer lugar, CATL y, en segundo lugar, BYD. En 2022, estas dos empresas explicaron conjuntamente el 37% del mercado mundial de aquellas baterías que tienen como destino los vehículos de pasajeros y comerciales livianos, de acuerdo con el valor de ventas, y el 51% de acuerdo con la capacidad de las baterías.

Estas seis empresas explicaron en 2022 más del 63% de las ventas (medidas en dólares) y más del 84% de los embarques (medidas en GWh) a productores de vehículos (véase el gráfico III.11). Con la excepción de BYD, estas empresas conforman el grupo 1 de productores percibidos con calidad superior de celdas. La mayor parte de las empresas chinas productoras de celdas se ubican en los grupos 2 y 3, con productos que percibidos con estándares de calidad menos exigentes (véase el cuadro III.2).

Gráfico III.11
Participación de mercado de baterías para vehículos eléctricos, por fabricante, 2022
(En porcentajes de ventas medidas en dólares y de embarques medidos en GWh)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de SNE Research (2023b).

Cuadro III.2
Posición de las principales empresas productoras de celdas en el mercado mundial

Grupo de calidad	Empresa	País
1	Panasonic Automotive Energy Supply Corporation Lithium Energy Japan Corporation	Japón
	CATL	China
	Samsung SDI LG Chem SK Innovation	República de Corea
2	BYD Eve Energy A123 Systems Svolt Energy Technology CALB Geely Farasis Energy Sunwoda Hefei Guoxuan High-Tech Power Energy Tesson Great Power	China
3	Energy Absolute	Tailandia
	Dynavolt Energy Technology Far East Foster New Energy CITIC Guoan Group TN Power	China
	Lithium Werks	Estados Unidos
	Magna Energy	República Checa
	InoBat	Eslovaquia

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Kumar (2020).

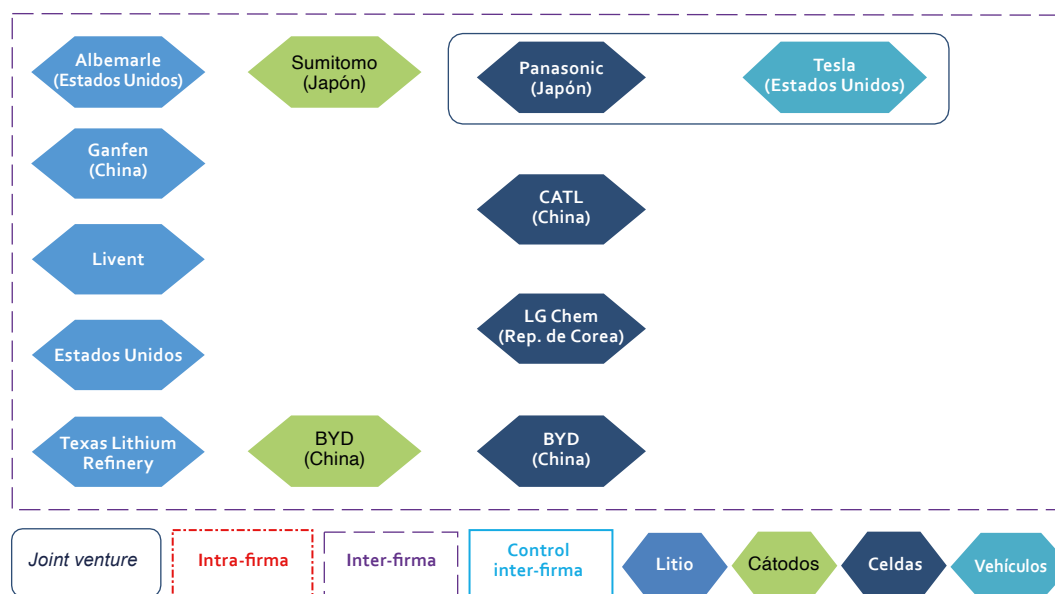
El vínculo entre productores de celdas y sus proveedores de material catódico y compuestos de litio se establece primordialmente mediante contratos de compra-venta anticipada o futura (*offtake agreement*, véase capítulo II). El objetivo de las empresas en los segmentos intermedio y aguas abajo es asegurarse el aprovisionamiento estable de compuestos de litio a un precio y una calidad determinada. En un mercado como el del litio, concentrado en términos geográficos y con incertidumbre en términos de su capacidad para satisfacer el crecimiento de la demanda, estos acuerdos son importantes para asegurar pisos de rentabilidad. En algunos casos, los acuerdos son firmados directamente por las empresas automotrices que, en su papel de líderes de la RGP, ejercen una función de coordinación y buscan asegurar el funcionamiento de la cadena de aprovisionamiento. En otros casos, los contratos tienen lugar entre los productores de celdas o material catódico con las empresas que producen compuestos de litio. En algunos casos, también estos contratos son avalados por las empresas automotrices como parte de sus políticas corporativas de sostenibilidad y transparencia respecto al origen de las materias primas utilizadas en sus vehículos. Hasta el momento, las experiencias de coordinación intra-firma con empresas integradas verticalmente son la excepción.

Como se verá más adelante, el papel de los actores estatales ha sido fundamental para el desarrollo de la electromovilidad y, de manera indirecta, de toda la industria de compuestos de litio, particularmente el rol de ciertos gobiernos (principalmente asiáticos y más recientemente europeos) en el fomento del consumo y producción de vehículos eléctricos y, más en general, en la transición energética.

Recuadro III.1 Estudio de caso 1: Tesla

Fundada en 2003, en Estados Unidos, Tesla ha sido un actor disruptivo en el mercado de la electromovilidad. Ello le ha permitido posicionarse en la industria automotriz, caracterizada por altas barreras de entrada, a pesar de no ser una empresa con trayectoria en la producción de automóviles tradicionales. Tesla diseña, desarrolla, fabrica y comercializa sus propios vehículos eléctricos. Además, produce sistemas de almacenamiento estacionario. La compañía ha expandido sus operaciones más allá del mercado estadounidense, para lo cual ha instalado una planta en China y otra en Alemania y ha anunciado su instalación en México.

Diagrama 1
Principales vínculos de la red de producción identificada en torno a Tesla



Fuente: Elaboración propia sobre la base de base de Obaya y Céspedes (2021).

Los principales atributos técnicos del éxito de la empresa radican en la capacidad de aceleración y autonomía de sus vehículos, la autonomía de sus BiL, las capacidades de diseño y producción de la empresa, y la estrategia de comercialización de sus productos (Thomas y Maine, 2019). En los últimos años, Tesla ha perdido su liderazgo en el mercado de vehículos eléctricos en manos de la empresa china BYD. Su cuota de mercado a nivel mundial se redujo de 14,0% a 12,1% entre 2021 y 2022, mientras que, en el caso de su competidora, aumentó de 9,1% a 17,3% (SNE Research, 2023a).

Una de las asociaciones estratégicas más destacadas de Tesla es la que mantiene, desde 2011, con la empresa japonesa Panasonic para el suministro de celdas de batería para sus vehículos eléctricos. Según el informe anual de Tesla, hasta 2019 las inversiones acumuladas con su socio estratégico Panasonic ascendían a US\$ 5.270 millones. La asociación entre ambas empresas se basa en la producción y garantía de aprovisionamiento de celdas para la producción de los vehículos eléctricos de Tesla.

Inicialmente, Panasonic invirtió US\$ 30 millones en Tesla como parte de un trabajo conjunto que impulsa el crecimiento de la industria de vehículos eléctricos (Tesla, 2011). A lo largo de los años ambas empresas han desarrollado varios proyectos conjuntos. Uno de los emprendimientos icónicos fue la construcción, en 2014, de una giga-fábrica de baterías en Estados Unidos donde Panasonic, que invirtió alrededor de US\$ 1.600 millones, ocupa más de la mitad del complejo industrial. La empresa japonesa ha sido responsable de la instalación y operación de la maquinaria y el equipo para la fabricación y el suministro de celdas cilíndricas de iones de litio con cátodos de níquel-cobalto-aluminio (NCA). Ambas empresas desarrollaron una red de proveedores principalmente para los materiales precursores como los cátodos. A partir de las celdas producidas por Panasonic, Tesla ensambla los módulos y los paquetes de las BiL.

La planta tiene una capacidad de producción de 35 GWh anuales, y se proyecta una expansión superior a los 100 GWh (Tesla, 2023). La escala alcanzada ha permitido optimizar los procesos de producción. Asimismo, la colocación de la producción de celdas y vehículos ha permitido eliminar costos de empaque, transporte y servicio, así como los costos de mantenimiento de inventario (Tesla, 2014). Como resultado del proceso colaborativo e integrado entre Tesla y Panasonic, se ha logrado reducir el costo de producción de celdas en un 20% (Whiffin, 2018).

Un hecho que vale la pena mencionar y que demuestra el compromiso a largo plazo entre ambas empresas es que, durante el primer trimestre de 2020, la giga-fábrica ha reportado ganancias por primera vez. Esto brinda cierto alivio a la compañía japonesa con relación a la inversión realizada en la planta de Estados Unidos (Inagaki, 2020). Pocas empresas pueden embarcarse en este tipo de proyectos, pero, gracias a su diversificada estructura corporativa, Panasonic ha podido asumir un desafío de esta magnitud. De acuerdo con su reporte anual del año fiscal 2023, las ventas anuales del área de baterías Panasonic Energy, representaron el 61% de las ventas totales de la división.

Para desarrollar su estrategia de expansión hacia el mercado asiático, Tesla ha establecido acuerdos de suministro para su planta de Shanghai con otros fabricantes de celdas como LG Chem y CATL. En China, Tesla ofrece vehículos con BiL que tienen cátodos de fosfato de hierro y litio (LFP), lo que le permite reducir los costos de producción (García, 2020).

Las empresas proveedoras de celdas de Tesla tienen sus propias redes diversificadas. Panasonic, por ejemplo, ha iniciado planes para establecer su primera fábrica de baterías en Noruega, aprovechando el conocimiento adquirido como socio de Tesla para obtener nuevos negocios con fabricantes de automóviles europeos (Inagaki y Milne, 2020). De la misma manera, CATL ha construido una planta de producción de celdas en Alemania con una capacidad de producción anual de 14 GWh. La planta fabricó sus primeras celdas en diciembre de 2022 (CATL, 2022).

En cuanto a segmentos intermedios se refiere, la empresa japonesa fabricante de cátodos Sumitomo, que tiene a Panasonic entre sus principales clientes, ha invertido US\$ 332 millones para incrementar la capacidad productiva de cátodos de tipo NCA (Obayashi y Shimizu, 2018). De esta forma, busca asegurar una capacidad productiva que le permita continuar suministrando materiales catódicos de alta calidad requeridos por la próxima generación de vehículos de Tesla. Si bien Sumitomo y Tesla no han firmado acuerdos, tienen un vínculo indirecto a través de los productores de BiL que operan en la red.

La red de Tesla también alcanza a proveedores especializados en segmentos aguas arriba. En 2019, la empresa Ganfeng hizo público un acuerdo con la empresa estadounidense, que podría extenderse por tres años, para destinar el 20% de su producción anual a sus proveedores de componentes de baterías (McKenna, 2019). El acuerdo fue renovado en 2021, por un período de tres años desde 2022 (Zhang, 2021).

Livent también mantiene un acuerdo de suministro con Tesla. Recientemente, la empresa hizo un anuncio sobre el incremento de volúmenes de hidróxido de litio vendidos a Tesla para el 2020 (Mining Technology, 2020) y sobre las negociaciones para una asociación a largo plazo con el fabricante de vehículos eléctricos (Hube, 2020).

A pesar de contar con una red de proveedores diversificada y consolidada, en septiembre de 2020, Tesla hizo un anuncio que ha llamado la atención de la industria de vehículos eléctricos y sus redes de proveedores: la empresa se orientará a lograr una mayor integración vertical, interviniendo directamente en la producción de las distintas materias primas y componentes. La empresa se ha propuesto obtener sus propios compuestos de litio, construir una planta de cátodos y expandir su capacidad de celdas de batería a 3 TWh para 2030, con la finalidad de producir un vehículo eléctrico asequible de US\$ 25.000 en los próximos tres años (Investing News Network, 2020). Esta estrategia resulta muy ambiciosa, ya que requiere una profunda integración intra-firma (Tesla, 2020).

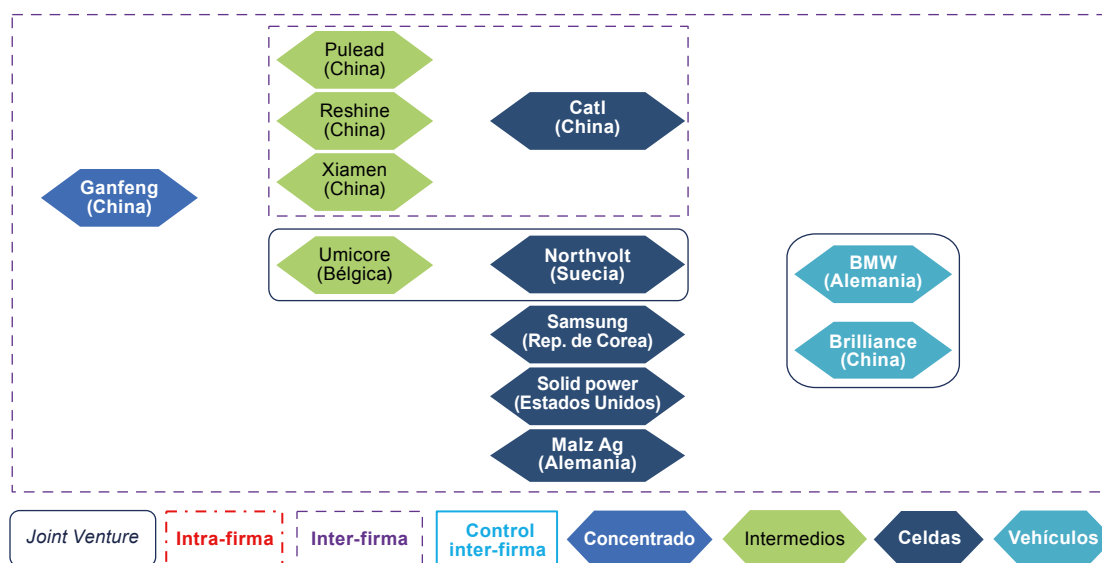
En el marco de esta estrategia, en septiembre de 2020, Tesla firmó un acuerdo con la empresa estadounidense Piedmont Lithium. Originalmente, el acuerdo era por un período inicial de cinco años con un compromiso de compra vinculante a precio fijo desde la entrega del primer producto. Más recientemente, ambas empresas han llegado a un acuerdo mutuo para modificar su acuerdo de compra previo. Este nuevo acuerdo es vinculante por un período de tres años y también incluye una opción de renovación por otros tres años. Según los términos de este acuerdo modificado, Piedmont se ha comprometido a entregar aproximadamente 125.000 toneladas métricas de concentrado de espodumeno a Tesla, comenzando en el segundo semestre de 2023 y hasta finales de 2025.

Durante 2022 Tesla firmó un acuerdo con la empresa Texas Lithium Refinery para realizar inversiones para construir una refinería de litio en la costa del golfo de Texas de manera tal de tener mayor control sobre la cadena de suministro de baterías para vehículos eléctricos (O’Kane, 2022). La construcción comenzó en mayo de 2023. La capacidad instalada permitiría abastecer la producción de 1 millón de vehículos eléctricos (Randall, 2023a).

Fuente: Elaboración propia.

Recuadro III. 2
Estudio de caso 2: BMW

Diagrama 1
Principales vínculos de la red de producción identificada en torno a BMW



Fuente: Elaboración propia sobre la base de base de Obaya y Céspedes (2021).

Actualmente, BMW es una de las empresas automotrices más activas en la electromovilidad. El BMW i3 entró en producción en 2013 y, según los anuncios realizados por la empresa, hacia 2025 la cartera alcanzará los 25 modelos, de los cuales 12 serán completamente eléctricos (Berman, 2018).

En 2003, BMW creó un *joint venture* con la empresa china Brilliance Auto, denominado BMW Brilliance. Recientemente, la asociación fue extendida hasta 2040. La firma producirá el modelo iX3 en Shanghai. La asociación entre Brilliance y BMW ha sido importante para ambas empresas, permitiendo a BMW expandirse en el mercado chino y beneficiarse del crecimiento de la industria automotriz en ese país. Al mismo tiempo, Brilliance ha obtenido tecnología y experiencia de BMW para mejorar su capacidad de fabricación y desarrollo de automóviles.

En cuanto a los proveedores de celdas de sus BiL, BMW mantiene una estrategia de diversificación que se ha cristalizado en acuerdos con Samsung SDI, CATL y Northvolt (Manthey, 2020). En el caso de Samsung SDI, ambas empresas vienen trabajando de manera conjunta desde 2009. En noviembre de 2019, firmaron un acuerdo para el suministro de BiL por un valor de US\$ 3.200 millones, que garantizaría la producción de sus nuevos modelos de vehículos eléctricos. En el marco del acuerdo, BMW comprará las celdas de BiL de Samsung SDI durante 10 años, en el período 2021-2031. Al respecto, Samsung SDI estableció una fábrica de celdas de batería en Hungría en 2017, donde ha invertido alrededor de US\$ 1.400 millones para expandir su capacidad productiva (Byung-yeul, 2019).

Otro de los principales proveedores de BMW es la empresa china CATL. Los contratos con esta empresa ascienden a US\$ 8.700 millones para el período comprendido entre 2020 y 2031. La asociación entre ambas empresas permitirá la producción conjunta de celdas de BiL en China (BMW Group, 2019a). CATL construyó una planta de producción de celdas en Alemania —la primera fuera de China— con una capacidad de producción anual de 14 GWh. Esta planta fabricó sus primeras celdas en diciembre de 2022, con vistas a atender el mercado europeo de automóviles como BMW, Volkswagen, Tesla Daimler y Volvo (CATL, 2022).

En Europa, BMW (Alemania) se unió a Northvolt (Suecia) y Umicore (Bélgica) para trabajar en el desarrollo continuo de una cadena de valor completa y sostenible de celdas de batería en Europa (BMW Group, 2018). Ante la creciente importancia de centros de reciclado de materias primas, varias empresas están buscando aumentar su capacidad productiva a partir de proyectos conjuntos. El proyecto tiene como objetivo crear un “ciclo cerrado” de fabricación de BiL para vehículos eléctricos, reciclado y posterior uso en sistemas de almacenamiento estacionario (Kumar, 2020).

Este consorcio es apoyado por la Alianza Europea de Baterías (2023a). Northvolt se ha convertido en una apuesta estratégica de dicha iniciativa, recibiendo financiamiento del Banco Europeo de Inversiones, a través de una fase inicial de US\$ 63 millones en 2018 y, a partir del año 2020, con US\$ 424 millones (Comisión Europea, 2020). Está previsto que la fábrica sueca de baterías tenga una capacidad inicial de 16 GWh hasta llegar a los 40 GWh de producción de baterías para el año 2023. Como parte del espíritu de colaboración estratégica de la Alianza Europea

para Baterías, BMW ha firmado con Northvolt un contrato de suministro de celdas de baterías hasta 2024 que asciende a US\$ 2.400 millones. Esto permitiría a BMW contar con un nuevo proveedor a nivel regional, reduciendo así su dependencia de empresas asiáticas. Al mismo tiempo, podrá cumplir con normas medioambientales que garanticen el suministro de materias primas como cobalto y litio de proveedores que se adhieren a sus altos estándares de sostenibilidad (BMW Group, 2020).

Umicore también han recibido apoyo de la Alianza Europea de Baterías a través de un financiamiento de US\$ 151,7 millones por parte del Banco Europeo de Inversiones. Si bien el anuncio de Umicore no hace referencia específica al proyecto con Northvolt y BMW, el apoyo recibido financiará parte de la inversión de la empresa en la planta de materiales catódicos en Polonia, destinada a abastecer las operaciones europeas de los clientes de Umicore. De este modo, el proyecto contribuye a los planes de la Unión Europea para crear un ecosistema de baterías competitivo y sostenible en Europa (Umicore, 2020).

En 2021, BMW firmó un acuerdo de asociación con Manz AG. Esta empresa será responsable de instalar una línea de producción integrada de baterías en las instalaciones de BMW en Parsdorf, cerca de Múnich, Alemania. La construcción de la planta, denominada Cell Manufacturing Competence Centre, finalizó en 2022. Allí se producirán celdas de batería de estado sólido a escala piloto. Para ello, BMW firmó un acuerdo de licenciamiento tecnológico con Solid Power por US\$ 20 millones. BMW tendrá acceso a la investigación y desarrollo de baterías, el diseño de celdas y la experiencia en fabricación de Solid Power (Randall, 2023b).

En el segmento aguas arriba, BMW ha profundizado su relación comercial con la empresa china Ganfeng, en el segmento aguas arriba. Esta empresa suministra hidróxido de litio a CATL y Samsung SDI, los dos fabricantes de celdas de batería asociados con BMW. El acuerdo con Ganfeng asciende a US\$ 640 millones por un período de cinco años (2020-2024), lo que permitirá suministrar compuestos de litio para la fabricación de celdas de BiL destinadas a la nueva generación de vehículos eléctricos. La alianza entre Ganfeng y BMW forma parte de una política corporativa de la empresa alemana de transparentar el origen de las materias primas utilizadas para la producción de BiL (BMW Group, 2019b).

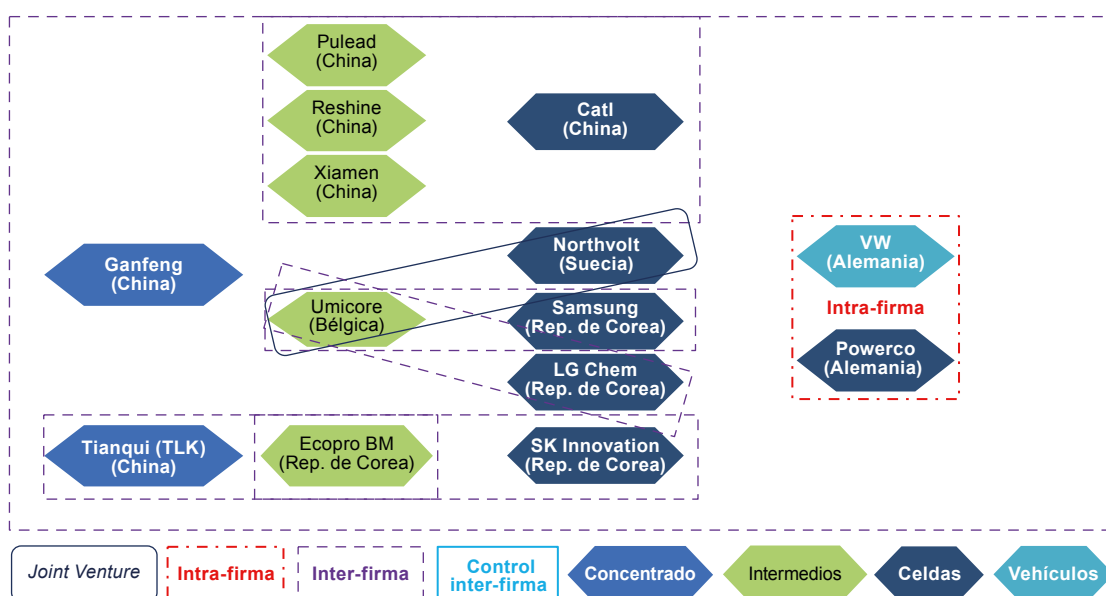
Asimismo, BMW ha firmado un acuerdo de suministro con la empresa estadounidense Livent por un valor de US\$ 335 millones (Mining.com, 2021). En el contrato se establece que Livent proveerá de carbonato de litio e hidróxido de litio a los proveedores de celdas de baterías de BMW a partir de 2022.

Fuente: Elaboración propia.

Recuadro III.3
Estudio de caso 3: Volkswagen

Diagrama 1

Principales vínculos de la red de producción identificada en torno a Volkswagen



Fuente: Elaboración propia sobre la base de base de Obaya y Céspedes (2021).

En 2010, Volkswagen lanzó el modelo e-Golf, que alcanza una autonomía de hasta 200 km y que sigue vigente en el mercado. Como parte de su estrategia de diversificación, en 2019, Volkswagen puso en marcha una inversión de US\$ 800 millones para la construcción de una planta en Estados Unidos que producirá dos modelos automóviles eléctricos (Berman, 2019).

Volkswagen tiene como proveedores de BiL a LG Chem, Samsung SDI y SK Innovation para el mercado europeo (Hampel, 2020) y a CATL para sus modelos producidos tanto en China como en Europa. Volkswagen es una de las empresas automotrices que mayor impulso ha tomado para acelerar la producción de vehículos eléctricos. En 2019, la empresa anunció que compraría US\$ 56.600 millones en celdas de baterías y que para el año 2025 necesitaría 150 GWh de capacidad de producción en Europa y 150 GWh para abastecer su mercado asiático. La empresa alemana ofrece financiamiento a sus proveedores y asume riesgos conjuntos en la instalación de capacidades adicionales por parte de sus proveedores a través de empresas de riesgo compartido (Taylor, 2019).

En cuanto a los segmentos intermedios, en 2019 la empresa belga Umicore ha establecido un acuerdo con LG Chem para el suministro de 125.000 toneladas de cátodos con tecnología NMC, provistos principalmente desde una nueva planta de Umicore en Polonia (Umicore, 2019a). Si bien no existe un acuerdo directo entre Volkswagen y Umicore, la agencia especializada Roskill estima que parte del material catódico producido por Umicore abastecería a una de las nuevas líneas de producción de Volkswagen. En la misma línea, Umicore y Samsung SDI han firmado un acuerdo para el suministro de cerca de 80.000 toneladas métricas de materiales catódicos de alto rendimiento tipo NMC (Umicore, 2019b), los cuales se producen a partir de 2020. Está previsto que una parte significativa de esa producción esté destinada a aplicaciones automotrices de rápido crecimiento en Europa y Asia (Umicore, 2019c).

En 2022, Volkswagen dio un paso hacia la integración vertical en su cadena de valor a través de la creación de la empresa PowerCo. La empresa estaría a cargo de supervisar el negocio de las baterías a nivel mundial. Las inversiones previstas a través de acuerdos estratégicos sería de EUR 20.000 millones a lo largo de la década. La primera planta de producción se localizará en Salzgitter (Alemania), mientras que en 2023 comenzó la construcción de la segunda en Valencia (España). La creación de una única planta permitirá también estandarizar la tecnología utilizada (Sensiba, 2023).

En 2022, Volkswagen, a través de PowerCo, creó un *joint venture* con Umicore, llamado IONWAY. El mismo comenzaría a operar en 2025 y prevé una inversión de US\$ 3.000 millones. El propósito de la asociación es producir precursores y cátodos en Europa, con el objetivo de abastecer 2,2 millones de vehículos eléctricos a finales de la década (Umicore, 2022).

Otro de los proveedores de BiL de Volkswagen es la coreana SK Innovation que tiene entre sus proveedores de materiales catódicos a EcoPro BM, también del país asiático. Ambas empresas firmaron un contrato por el que EcoPro BM suministraría material catódico a SK Innovation por un valor estimado de US\$ 2.270 millones (Cox, 2020). En línea con estos acuerdos y observando el comportamiento en segmentos aguas arriba, la empresa Tianqi Lithium Kwinana (TLK), una subsidiaria de propiedad de la empresa china Tianqi, productora de compuestos de litio, ha firmado dos acuerdos estratégicos de suministro de hidróxido de litio para baterías con SK Innovation y EcoPro BM (Facada y Shi, 2019).

Debido al rápido aumento en la demanda de materia prima para la producción de celdas de BiL durante los próximos años, VW ha firmado un memorándum de entendimiento con Ganfeng para el suministro de litio por 10 años como materia prima clave para sus baterías (Volkswagen Group, 2019). Ambas empresas también han acordado cooperar en temas como el reciclaje de baterías y las baterías de estado sólido (ET Auto, 2019).

Fuente: Elaboración propia.

C. Lección 3: redes de empresas en segmentos productivos aguas arriba

La producción de compuestos de litio se concentra mayormente en cuatro países: Australia, Chile, China y Argentina. Sin embargo, las empresas que operan los depósitos tienen diversos orígenes geográficos. Esto es un indicador de la capacidad de los países productores de celdas de ejercer cierto control sobre el aprovisionamiento de insumos (véase el cuadro III.3).

En Australia, las empresas locales, a menudo en colaboración con extranjeras como Ganfeng (China) y Albemarle (EE. UU.), operan todos los depósitos. La única excepción es Greenbushes, que está controlada por empresas de estos dos países, Tianqi (China) y Albemarle (EE. UU.). Sin embargo, Australia se enfoca en la producción de concentrado de espodumeno. Recién en 2021 comenzó la producción de hidróxido de litio en asociación con la empresa china Tianqi.

Cuadro III.3
Operaciones activas en la producción de concentrado de espodumeno y compuestos de litio en Australia, Chile, China y Argentina

País	Operación	Empresas propietarias	Localización	Capacidad de producción
Australia	Greenbushes	Talison Lithium Pty Ltd Propietarias: Tianqi Lithium (China) / IGO (Australia) 51% Albemarle (Estados Unidos) 49%	Western Australia	189 000 t LCE
Australia	Mt Marion	Propietarias: Mineral Resources Ltd. (Australia) 50% Ganfeng Lithium Co. Ltd. (China) 50%	Western Australia	69 000 t LCE
Australia	Pilgangoora-Pilbara	Pilbara Minerals Ltd (Australia)	Western Australia	36 000 t LCE
Australia	Mt Cattlin	Allkem (Galaxy Resources Ltd.) (Australia)	Western Australia	29 000 t LCE
Chile	Salar de Atacama-SQM	Sociedad Química y Minera de Chile S.A. (SQM) Propietarias: SQM (Chile) Tianqi Lithium Corp (China) 24%	Región de Antofagasta	206 400 t LCE
Chile	Salar de Atacama-Albemarle	Albemarle Corp. (Estados Unidos)	Región de Antofagasta	44 000 t LCE
China	Yichun	Yichun Tantalum Co Ltd (China)	Jiangxi	n.d.
China	Chaerhan Lake	Qinghai Salt Lake Industry Co. (China)	Qinghai	15 000 t LCE
China	East Taijinair	Western Mining Group (China)	Qinghai	n.d.
China	Zhabuye	Tibet Mining Development Co., Ltd. (China)	Tibet	5 000 t LCE
Argentina	Salar del Hombre Muerto	Livent Corp. (Estados Unidos)	Catamarca	22 500 t LCE
Argentina	Salar de Olaroz	Sales de Jujuy Propietarias: Allkem (Orocobre Ltd.) (Australia) 66,5% Toyota Tsusho Corp. (Japón) 25% Jujuy Energía y Minería SE (JEMSE) (Argentina) 8,5%	Jujuy	17 500 t LCE
Argentina	Olaroz-Cauchari	Minera Exar Propietarias: Ganfeng Lithium (China) 46,7% Lithium Americas Corp (Canadá) 44,8% JEMSE (Argentina) 8,5%	Jujuy	40 000 t LCE

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de las empresas hasta mayo de 2023.

Nota: En mayo de 2023 se anunciaba la fusión de Allkem (que resultó de la fusión de Galaxy Resources y Orocobre durante 2021) y Livent; LCE = carbonato de litio equivalente.

En Chile, los emprendimientos en el salar de Atacama tienen inversión extranjera también de estas empresas (países), Albemarle (EE. UU.) y Tianqui (China). En Argentina, las empresas Sales de Jujuy y Minera Exar cuentan con una participación del estado provincial del 8,5% a través de la empresa estatal de Jujuy JEMSE. Las empresas Allkem (Australia) y Toyota Tsusho (Japón) tienen mayoría accionaria en el primer caso, mientras que Ganfeng (China) y Lithium Americas (Canadá) controlan la segunda. Por último, Livent (EE. UU.) posee operaciones en Catamarca desde 1998.

Los tipos de vinculación que se establecen entre las empresas que operan en segmentos aguas arriba varían en función de sus recursos, capacidades y estrategias. A continuación, se identifican las formas más comunes:

- **Coordinación intra-firma.** Se basa en la internalización y consolidación de actividades de creación de valor al interior de una misma empresa, mayormente aguas arriba, donde las grandes empresas químicas productoras de compuesto de litio buscan expandirse controlando directamente la producción en salares o mineral de roca. Las empresas que optan por esta modalidad de integración vertical de procesos productivos suelen ser las más grandes y con mayor trayectoria en el sector, normalmente son también las que poseen mayor capacidad financiera para afrontar inversiones riesgosas de mucho capital. Algunas de ellas son Albemarle (véase el recuadro III.4), Livent, SQM, Tianqi y Ganfeng. En algunos proyectos, estas empresas se han asociado entre sí —como en Greenbushes, en Australia, donde se asociaron Tianqi y Albemarle— o con empresas más pequeñas que operan las minas o salares —como en los casos de Mt Marion y Wodgina, en Australia, o de Minera Exar en Argentina.

Recuadro III.4 Estudio de caso 4: Albemarle

Albemarle es un proveedor especializado de compuestos de litio con un alto nivel de integración intra-firma. Esto ha supuesto la internalización de distintas actividades interconectadas en torno al segmento aguas arriba de la red de producción de BiL: desde la explotación de depósitos de litio en salares y mineral de roca a la producción de una amplia variedad de compuestos químicos basados en litio. En sus operaciones en mineral de roca, como Talison Lithium y Wodgina, Albemarle creó asociaciones estratégicas con empresas que tenían proyectos en desarrollo con el propósito de ganar acceso a los depósitos de litio.

Albemarle es una empresa del sector químico, que históricamente se había especializado en productos basados en bromo y catalizadores. En 2014 adquirió la empresa Rockwood, que tenía operaciones en la extracción y el procesamiento de litio y que unos años antes había comprado la empresa alemana Chemetall, la cual fue la primera en producir litio a escala industrial de salmuera de salares a inicios de la década de 1920 y que en 1984 había adquirido Cyprus Foote Minerals, uno de los principales productores de litio en Estados Unidos y el mundo en esos años (junto a Lithium Corporation of America que fue adquirida por FMC Corporation en 1985, de la cual surgió Livent en 2018). Mientras que originalmente la empresa había comenzado a producir litio a partir de sus recursos en el salar de Silver Peak, en Estados Unidos, su principal fuente de producción se encontraba en Chile, donde Cyprus Foote había constituido en la década de 1980 la Sociedad Chilena del Litio, en sociedad con la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) del gobierno de Chile (Poveda, 2020). En Chile, Albemarle tiene actualmente una capacidad de producción de 44.000 toneladas de carbonato de litio. Se encuentra en proceso una inversión que permitirá incrementar el volumen de producción hasta 80.000 toneladas.

La expansión de Albemarle hacia las operaciones de minería en mineral de roca comenzó hacia mediados de la década de 2010. En 2014, Rockwood se había asociado con Tianqi en el *joint-venture* Talison Lithium, que opera el proyecto Greenbushes. En 2019, Albemarle se asoció con Mineral Resources en el proyecto Wodgina, en Australia. De este modo, en 2019, Albemarle tenía participación en proyectos que, una vez finalizados su desarrollo, le darían una capacidad de producción anual de 380 mil toneladas métricas de LCE.

A diferencia de otras empresas que operan en Australia, cuya estrategia se basa en la producción de concentrado de espodumeno y la firma de acuerdos de compra anticipada con empresas que tienen plantas de producción de hidróxido de litio en China, Albemarle compró la empresa Jiangxi Jiangli New Materials Science and Technology que, entre otros activos, tenía plantas de conversión a carbonato de litio e hidróxido de litio en China. Asimismo, está construyendo su propia planta de producción de hidróxido de litio en Kemerton, en Australia. En una primera etapa, la capacidad de producción de hidróxido de litio será de 50.000 toneladas LCE, que podrían expandirse hasta 100.000 toneladas LCE. En el plan estratégico de la empresa se incluye la posibilidad de continuar la expansión en el área de conversión, adquiriendo plantas en China. De este modo, Albemarle profundiza el control intra-firma de sus operaciones.

En base a los insumos producidos a partir de sus actividades de minería y concentrados, Albemarle elabora una amplia variedad de productos que se utilizan en la producción de cátodos, ánodos y electrolitos de BiL: como carbonato de litio, hidróxido de litio, cloruro de litio litio-aluminio y litio-silicio en forma de polvos, láminas o ánodos.

La estrategia de integración intra-firma de Albemarle se apoya en una baja relación costo/calidad, que se sostiene en capacidades acumuladas a través de los años en distintas actividades del segmento aguas arriba de la cadena de valor de BiL. Este desempeño también es posible gracias a la calidad de sus depósitos, tanto en salares como en mineral de roca. De acuerdo con sus informes, Albemarle tiene acceso a tres de los depósitos más grandes y de mejor ley en el mundo. El control directo de los recursos de litio es una motivación muy importante para explicar la expansión de las empresas químicas hacia las actividades de minería, toda vez que buscan garantizar el aprovisionamiento de un recurso crítico para la industria.

Albemarle también mantiene acuerdos de suministro con empresas aguas abajo, entre las que se destacan las automotrices Tesla, Ford y BMW.

En 2023, la mina de litio de Albemarle en el salar de Atacama fue la primera en el mundo en lograr la certificación IRMA 50. Ello significa que se verificó a través de una auditoría independiente que cumple con todos los requisitos críticos del estándar IRMA y al menos con el 50% de los criterios del estándar en cuatro áreas: responsabilidad social, responsabilidad ambiental, integridad empresarial y planificación de legados positivos (Albemarle, 2023). El sistema de IRMA está diseñado para fomentar un diálogo transparente sobre los impactos de la minería, del que participen la sociedad civil, los trabajadores y el sector privado.

Fuente: Elaboración propia.

- **Asociación entre empresas.** Se establecen distintas formas de colaboración entre empresas que no están especializadas en el mismo tipo de actividades productivas. Las asociaciones entre empresas pueden formalizarse, por ejemplo, a través *joint ventures* o inversiones conjuntas. Uno de los rasgos centrales que justifica este tipo de acuerdos es la complementariedad entre las empresas, en términos de sus recursos y capacidades.

Este tipo de vínculo es común, por ejemplo, entre productores de cátodos o de vehículos eléctricos, y productores de compuestos de litio. En Argentina, por ejemplo, este ha sido el caso de Allkem y Toyota Tsusho, que están asociadas en el proyecto Sales de Jujuy en el salar de Olaroz. La empresa japonesa, además, estableció en 2020 una asociación con Panasonic para la producción de celdas de baterías en Japón: Prime Planet Energy & Solutions (véase el recuadro III.5).

El modelo de asociación entre Allkem (anteriormente Orocobre, previo a la fusión con Galaxy Resources) y Toyota Tsusho tiene puntos en común con aquel que está desarrollando Pilbara en Australia, donde ha firmado un acuerdo con CATL y está desarrollando un *joint venture* con Posco. Sin embargo, a diferencia de este, el emprendimiento desarrollado en Argentina fue concebido desde un comienzo en términos de asociación estratégica.

Recuadro III.5
Estudio de caso 5: Allkem, Toyota Tsusho y Panasonic

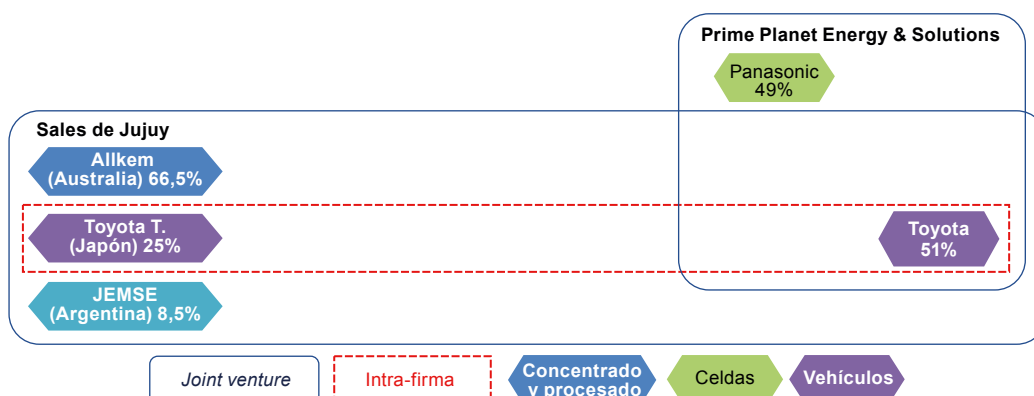
El caso de Allkem (Australia) y Toyota Tsusho Corporation, del grupo Toyota (Japón), y Panasonic (Japón) es un caso de asociación estratégica que integra a proveedores especializados que operan en segmentos aguas arriba con otros que producen cátodos, en segmentos intermedios de la cadena, o vehículos eléctricos, aguas abajo.

En el territorio argentino, esta alianza se cristaliza en la empresa Sales de Jujuy. En este caso, los socios establecen un vínculo patrimonial en la asociación estratégica, pero mantienen su independencia. Los acuerdos permiten a los productores en segmentos aguas abajo en la cadena de valor garantizar la provisión de productos de litio que son esenciales para el desarrollo de sus actividades, evitando el riesgo financiero y técnico que implicaría una inversión en operaciones que se alejan del núcleo de actividades estratégicas. Para los productores aguas arriba, la asociación permite asegurar la venta de sus productos y contar con apoyo para financiar las inversiones que requiere el emprendimiento.

Sales de Jujuy inició su producción de carbonato de litio a escala industrial en 2015, con una capacidad inicial de 17.500 toneladas anuales. La asociación entre Allkem y Toyota Tsusho tiene varios rasgos novedosos. En primer lugar, Allkem se inició como una empresa “nueva” en el campo de producción de carbonato de litio a partir de salmueras continentales, dominado desde la década de 1990 por las empresas que actualmente llevan los nombres de Livent, Albemarle y SQM. La falta de trayectoria en salares requirió un proceso de aprendizaje que tuvo implicancias en términos de costos de operación y calidad del producto.

Inicialmente, la empresa tenía el nombre Orocobre. La nueva denominación —Allkem— fue adoptada en agosto de 2021, cuando se fusionó con la firma australiana Galaxy Resources, que opera el proyecto Mt Cattlin en Australia, tiene un proyecto en desarrollo en el salar del Hombre Muerto, en Argentina, denominado Sal de Vida, y otro en fase de análisis de factibilidad en mineral de roca en Canadá, denominado James Bay. De este modo, pasó a formar parte del segmento de las principales empresas del sector litífero.

Diagrama 1
Principales vínculos de la red de producción identificada en torno a Sales de Jujuy



Fuente: Elaboración propia sobre la base de base de Obaya y Céspedes (2021).

El segundo rasgo que se destaca es la participación accionaria en Sales de Jujuy de Toyota Motor Corporation, una empresa automotriz, a través de su subsidiaria Toyota Tsusho Corporation (TTC) —que, a su vez, tiene una participación del 6,2% en la estructura de capital de Allkem. El acuerdo se concretó en 2012. La asociación ofreció a Allkem la posibilidad de una integración estable con segmentos intermedios y aguas abajo, ya que TTC adquirió el derecho de compra de lo producido por Sales de Jujuy.

En 2019, se confirmó el financiamiento para iniciar la fase 2 del proyecto en Olaroz (provincia de Jujuy), que incluye una capacidad adicional de producción adicional de 25.000 toneladas anuales de carbonato de litio. La participación del grupo Toyota facilitó el financiamiento del proyecto por US\$ 191,9 millones a bajo costo, provisto por el grupo financiero japonés Mizuho y garantizado principalmente por la Corporación Japonesa de Petróleo, Gas y Metales (conocida como JOGMEC, por sus siglas en inglés). Según la firma, la producción comenzaría hacia finales de 2023.

Asimismo, se encuentra en desarrollo la etapa final de construcción de Sal de Vida (provincia de Catamarca), el segundo proyecto de litio que Allkem tendría operativo en Argentina. Se estima que el inicio de las operaciones de este proyecto tendría lugar en los primeros meses de 2024. El total de la inversión por estos proyectos, que multiplicarán por 4 la capacidad productiva de la empresa es de US\$ 1.500 millones.

En un paso hacia la profundización del acuerdo estratégico entre ambas empresas, en 2018 se aprobó la construcción de una planta de producción de hidróxido de litio en Naraha (Japón), en la que Allkem tiene una participación del 75%. El insumo para llevar adelante dicho proceso será el carbonato de litio (de calidad inferior al grado batería) producido en Jujuy. La planta, actualmente en proceso de construcción, tiene un costo estimado de US\$ 86,4 millones y contará con un subsidio de US\$ 27 millones por parte del gobierno de Japón. El interés de este país por apoyar el proyecto se basa en la necesidad de asegurarse el aprovisionamiento de recursos naturales esenciales para la operación de sus industrias. Además, el proyecto contó con el apoyo de la JOGMEC, que brindó apoyo técnico para estudios de reservas, llevó adelante estudios de factibilidad de infraestructura y ofreció garantías para tomar deuda.

Allkem firmó un Memorando de Entendimiento con la empresa Prime Planet Energy & Solutions (PPES) que asegura un volumen de venta anual de carbonato de litio e hidróxido de litio, que alcanzaría las 30.000 toneladas anuales hacia 2025. De este modo, la empresa australiana quedaría al resguardo de la volatilidad de los precios *spot*. PPES es un *joint venture*, creado en 2019, entre Panasonic y Toyota Motor Corporation, que se especializará en el desarrollo de baterías de nueva generación y en la producción de celdas de BiL para vehículos, en particular prismáticas con alta capacidad y baterías de estado sólido. En 2022, la empresa tiene previsto iniciar la producción de baterías para vehículos híbridos con capacidad para abastecer 500.000 unidades al año.

El tercer rasgo novedoso del caso Allkem es que la Sales de Jujuy cuenta con una participación accionaria del 8,5% de la empresa provincial Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE). La misma fue acordada en el marco de la declaración del litio como recurso estratégico en la provincia de Jujuy, mediante el Decreto 7.592 de 2011 (luego aprobado por la Ley N° 5.674). Esta participación le da a JEMSE prioridad de venta sobre un 5% del total producido por Sales de Jujuy. Este instrumento es utilizado por la provincia en su propósito de atraer emprendimientos que procesen el carbonato de litio localmente.

La asociación estratégica entre Allkem, Toyota y Panasonic muestra una clara división del trabajo basada en la complementariedad de capacidades. Cada empresa se especializa sobre un conjunto determinado de actividades para las cuales tiene (o se propone desarrollar) recursos y capacidades específicas. En este caso, Allkem tiene responsabilidad principal por la operación del salar y la producción de carbonato de litio y, próximamente, de hidróxido de litio. Toyota, por su parte, es responsable de la compra, la distribución y el procesamiento de estos compuestos en los segmentos aguas abajo (en este caso, en asociación con Panasonic). Asimismo, facilita el acceso al financiamiento de los proyectos de inversión y al asesoramiento técnico. Como usuario final y responsable de la distribución del producto, Toyota tiene también un papel en la definición de especificaciones técnicas y estándares de calidad.

En mayo de 2023, Allkem y Livent anunciaron la fusión de ambas firmas para crear la empresa NewCo. La primera tendría el 56% de las acciones, mientras que la segunda tendría el 44%. Según diferentes proyecciones, en 2027 la nueva empresa se convertiría en el tercer productor de litio y derivados a nivel mundial, detrás de Albemarle y SQM, logrando producir 248 toneladas de carbonato de litio equivalente (Espina, 2023).

Fuente: Elaboración propia.

- **Compra anticipada.** Este tipo de acuerdos es muy común al interior del segmento aguas arriba, entre las plantas de conversión en China, por un lado, y los productores de concentrado de espodumeno en Australia, por el otro. Con la excepción del proyecto Greenbushes, que está controlado por empresas que tienen un modelo de coordinación intra-firma, los emprendimientos australianos se han basado en la firma de acuerdos de compra anticipada. Estos acuerdos son denominados *off-take agreements* y permiten financiar el desarrollo de las operaciones de producción de concentrado de espodumeno (véase el capítulo II).

El objetivo para los compradores es lograr una mayor estabilidad en la cadena de aprovisionamiento de aquellos insumos considerados críticos (como el litio). Por el lado de los productores, estos acuerdos contribuyen a garantizar un mercado estable y evitar las fluctuaciones de precios a las que están sometidos los mercados de materias primas.

D. Lección 4: políticas públicas orientadas al desarrollo de la electromovilidad

El ascenso de la electromovilidad a partir de las BiL es la principal fuerza que traccionará la demanda de litio en el futuro. El reemplazo de la flota de vehículos tradicionales por un sistema de transporte conformado principalmente por vehículos eléctricos representa un desafío de gran magnitud. La mayor parte de los países de altos ingresos se han planteado metas ambiciosas en relación con la adopción de vehículos eléctricos. Este esfuerzo supone, en definitiva, crear de manera planificada un nuevo mercado y, a la vez, cerrar otro cuyo funcionamiento no es compatible con los compromisos asumidos a nivel global en materia de lucha contra el cambio climático. Dicha empresa requiere intervenciones sobre múltiples dimensiones (Capuder y otros, 2020): política, regulatorio, económica, productiva, de infraestructura.

Existe una dimensión política, en la que se expresa el compromiso para adoptar medidas orientadas a impulsar el desarrollo de los sectores de energía renovable y transporte eléctrico como resultado de una mayor conciencia sobre el cambio climático y el objetivo de reducir la dependencia de combustibles fósiles. Esta dimensión se relaciona con otra, regulatoria, que incluye las normas y estándares establecidos para promover la adopción de tecnologías bajas en carbono. Asimismo, existe una dimensión económico-productiva, que atañe a las condiciones de eficiencia del nuevo sistema, así como a los atributos que deben cumplir los nuevos productos para satisfacer la demanda de los consumidores (por ejemplo, autonomía, costo de mantenimiento, seguridad y vida útil de las BiL). Finalmente, la transición reconoce una dimensión que concierne a la infraestructura necesaria para que opere el sistema, en particular los sistemas de carga de las BiL.

Por su naturaleza multidimensional, los países más efectivos en la promoción de la electromovilidad han sido aquellos que han adoptado paquetes de medidas que abordan distintas aristas de la transición. A continuación, se presenta una síntesis de las principales medidas adoptadas con algunos ejemplos.

Una de las principales barreras para el desarrollo de la industria de la electromovilidad es alcanzar una escala mínima de mercado con volúmenes de producción que permitan la viabilidad económica de la cadena productiva de baterías para vehículos eléctricos u otras aplicaciones. Por ello, una de las medidas adoptadas ha sido la creación de incentivos financieros para la compra de vehículos eléctricos a través de distintos instrumentos. Por ejemplo, los subsidios directos adoptan la forma de un bono para comprar vehículos eléctricos que se ubican, en general, entre US\$ 4.500 y US\$ 6.800 (IEA, 2020). Otros incentivos pueden incluir exenciones tributarias, la penalización por el uso de vehículos de combustión interna, gravar con tasas el consumo de combustibles, eliminar subsidios a la producción y el consumo de combustibles fósiles, subsidiar y mejorar el transporte colectivo público, etc. Pero algunos de estos incentivos pueden provocar distorsiones y ser regresivos y afectar el bienestar (Hjorthol, 2013; Callejas, Linn y Steinbuks, 2022 y Linn, 2022).

Por el lado de la oferta, se han adoptado incentivos orientados a promover el desarrollo de la industria de vehículos eléctricos y la cadena de valor de las baterías de litio. Entre los principales instrumentos de promoción se incluyen distintos beneficios tributarios, el acceso a financiamiento con tasas de interés subsidiadas o incluso el financiamiento compartido por parte del gobierno y empresas privadas en la instalación de *gigafactories* de baterías de litio. Asimismo, dado que la tecnología utilizada en la cadena de valor de baterías de litio requiere de conocimientos altamente especializados y se encuentra en constante evolución, los gobiernos han apoyado fuertemente la inversión en capital humano y tecnológico, lo que incluye la inversión en educación y desarrollo de habilidades, conocimientos técnicos e investigación y desarrollo. Las medidas también incluyen la adopción de nuevos estándares de eficiencia de la flota vehicular que atañen a los niveles de emisiones. También se ha avanzado en una elevada inversión en infraestructura de carga. Entre las políticas de instalación de estaciones de carga, se destacan las siguientes:

subsidios sobre el valor de instalación de equipo de suministro para vehículos eléctricos; nuevos códigos de edificación para que las residencias sean capaces de incluir puntos de carga; mandatos para construir infraestructura de carga a lo largo de corredores viales; y estaciones de servicio.

Finalmente, uno de los principales cuellos de botella que los países líderes de la industria de la electromovilidad encuentran para la expansión sostenida de esta industria es el acceso a materiales y compuestos utilizados para la producción de los precursores utilizados para la fabricación de baterías. El litio es uno de los minerales críticos cuyo abastecimiento, en condiciones estables y seguras, buscan asegurarse estos países.

En lo que resta del capítulo, se presentarán las estrategias y principales herramientas de política pública puestas en marcha por la Unión Europea (y sus Estados miembro), Estados Unidos y China para la promoción de la cadena de valor de baterías.

1. Unión Europea: promoción de la cadena de valor de las baterías de litio

- **La Alianza Europea de Baterías.** La Alianza Europea de Baterías (EBA, por su sigla en inglés) fue creada por la Comisión Europea en 2017 con el fin de promover el desarrollo completo de una cadena de valor regional de baterías. La EBA cuenta con más de 800 miembros de los distintos sectores y es gestionada por el EIT InnoEnergy²⁵. Su principal objetivo es impulsar la industria de baterías en Europa, abordando temas como acceso a materias primas, apoyo a la industria de celdas y promoción de la investigación y desarrollo. También busca atraer inversiones extranjeras para el crecimiento de la industria regional. Aunque ha generado respaldo político y visibilidad para el tema de las baterías en la UE, la EBA se ha enfocado principalmente en la colaboración y el financiamiento para investigación y desarrollo. Ejemplos incluyen una convocatoria en 2019 que asignó € 114 millones para proyectos de baterías y el lanzamiento de la Academia de la EBA para capacitar a más de 800 mil trabajadores que serán requeridos hacia 2025 con un subsidio de € 10 millones. En marzo de 2022, se anunció que la EBA colaborará con la iniciativa estadounidense Li-Bridge Alliance²⁶ para acelerar el desarrollo de baterías de iones de litio y de próxima generación, incluyendo el tema de materiales críticos (Alianza Europea de Baterías, 2022).
- **Plan de Acción Estratégico de Baterías.** En 2018, la Comisión Europea lanzó el Plan Estratégico de Baterías²⁷. El mismo formaba parte de la Estrategia de Política Industrial más amplia y tenía como objetivo principal convertir a Europa en una líder global en la producción y el uso sostenible de baterías, en el contexto de la economía circular. La EBA tuvo un papel fundamental en su lanzamiento.

La estrategia abarcaba toda la cadena de valor de las baterías. Entre sus objetivos específicos, se planteaba asegurar el suministro de materias primas tanto de fuentes primarias como secundarias; respaldar la fabricación europea de baterías a gran escala y promover el desarrollo

²⁵ El EIT InnoEnergy fue creado en 2010 y es parte del ecosistema de innovación, o EIT Community, del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT, por su sigla en inglés), que es un organismo de Unión Europea, creado en 2008 y cuya misión la resume en crear empleo y lograr un crecimiento sostenible e inteligente para la Unión Europea (European Institute of Innovation & Technology, 2023). El EIT es parte integrante del programa Horizon Europe, el principal de la Unión Europea para la investigación y la innovación, que cuenta con un presupuesto de € 95,5 mil millones hasta 2027 (Comisión Europea, 2023x). Notar que el EIT InnoEnergy, como parte de su misión de liderar el camino hacia una Europa descarbonizada para 2050, también gestiona el Centro Europeo de Aceleración del Hidrógeno Verde (EGHAC, por su sigla en inglés) para el hidrógeno verde y la Alianza Europea de la Industria Solar Fotovoltaica (ESIA, por su sigla en inglés) para la energía solar fotovoltaica. Además, relacionado al tema de las baterías, dentro del EIT Community también está el EIT Raw Materials, creado en 2015, con la misión de garantizar el suministro de materias primas esenciales para la industria europea impulsando la innovación a lo largo de la cadena de valor de las materias primas y gestionar la Alianza Europea de Materias Primas (2023) (ERMA, por su sigla en inglés).

²⁶ Li-Bridge es una alianza público-privada destinada a colmar la brecha existente en la cadena de suministro de baterías de litio en Estados Unidos. Su objetivo es reunir a las partes interesadas para desarrollar y ejecutar una estrategia nacional. Argonne lidera la coordinación de Li-Bridge actuando como facilitador entre la industria (sector privado) y el gobierno federal representado por el Federal Consortium for Advanced Batteries (FCAB) que recientemente publicó un Plan Nacional para Baterías de Litio, 2021-2030, denominado National Blueprint for Lithium Batteries (FCAB, 2021).

²⁷ Se explica en el Anexo 2 del tercer paquete de iniciativas Europe on the move (Comisión Europea, 2018a y 2018b), y en el citado paquete. Estos paquetes para modernizar el transporte en Europa (en el marco de una estrategia para una movilidad baja en emisiones) son parte de la estrategia de política industrial de Europa en la actualidad.

de una cadena de valor competitiva en Europa. También se buscaba fortalecer el liderazgo industrial a través del apoyo a la investigación y la innovación en tecnologías avanzadas; desarrollar y mejorar las habilidades de los trabajadores involucrados en la cadena de valor; promover la sostenibilidad en la industria de las celdas de baterías en Europa y garantizar la coherencia con el marco regulatorio y habilitador más amplio de la Unión Europea.

Para lograr estos objetivos, la estrategia contemplaba distintos tipos de acciones. Entre estos se incluía el mapeo de los recursos europeos de materias primas críticas (lista de materiales críticos de la Unión Europea); el diseño de instrumentos financieros para reducir el riesgo de inversiones privadas en la cadena de valor de las baterías; y la provisión de fondos para investigación y desarrollo. También se llevaría a cabo un análisis de prácticas comerciales e inversiones desleales o distorsivas por parte de terceros países^{28 29}.

- **El papel de los Estados Miembro en la Unión Europea.** La Unión Europea cuenta con reglas de competencia que regulan el mercado interior europeo y restringen la capacidad de los Estados Miembros de llevar a cabo políticas industriales de manera individual. Esto ha afectado la posibilidad de la región de competir con otros países, como los Estados Unidos y China, que cuentan con mayor libertad para implementar políticas de promoción. Sin embargo, existen algunas excepciones a este marco. Entre ellas se encuentran los Proyectos Importantes de Interés Común Europeo (IPCEI, por su sigla en inglés)³⁰, que habilitan a los Estados Miembro a invertir de manera conjunta en ciertas actividades consideradas estratégicas para la Unión Europea que, por ser demasiado riesgosas, tienen dificultades para atraer inversiones privadas.

Hasta el momento, se han aprobado siete IPCEI, dos de los cuales se centran en promover la cadena de valor de las baterías. El primer proyecto, aprobado en 2019 con una fecha estimada de finalización en 2031, cuenta con la participación de 7 países (Bélgica, Finlandia, Francia, Alemania, Italia, Polonia y Suecia). El total de inversión pública destinada para ello asciende a € 3.200 millones, de los cuales Alemania, Francia e Italia representan el 87%. Espera atraer € 5.000 millones de inversión privada. En este proyecto, participan 17 empresas de los mencionados Estados Miembros, como BASF y Umicore, que se enfocan en materias primas y materiales activos, así como en el reciclado, y BMW, que se involucra en la producción de celdas y módulos, así como en sistemas de baterías.

El segundo IPCEI fue aprobado en 2021, con fecha esperada de finalización en 2028. En este caso, el monto comprometido asciende a € 2.900, a través de los cuales se pretende atraer inversión privada por € 8.800 millones. Participan de este proyecto 42 empresas, entre las que se encuentran Northvolt, en celdas de baterías, y Tesla (con una planta en Alemania) en las áreas de sistemas de baterías y de reciclado.

Siguiendo los mismos lineamientos que los IPCEI, desde marzo de 2023 se ha ampliado el ámbito de aplicación del Marco Temporal de Crisis y Transición hasta el 31 de diciembre de 2023 (Comisión Europea, 2023a). El mismo busca impulsar medidas de apoyo en sectores clave para la transición a una economía con cero emisiones netas, en línea con el Plan Industrial del Pacto Verde (Green Deal Industrial Plan) (Comisión Europea, 2023b y 2023c) Si bien el

²⁸ En 2019, la Comisión publicó un reporte sobre la ejecución del Plan de Acción Estratégico que destacaba que se habían hechos avances pero quedaba mucho por hacer para alcanzar el nivel necesario de capacidades tecnológicas, asegurar el suministro de materias primas procedentes de fuentes de terceros países y de la Unión Europea y garantizar que las baterías puedan reciclarse de manera segura y limpia y que existe un sentimiento generalizado de urgencia por el riesgo de que gran parte de la industria automovilística europea deslocalice su producción a regiones cercanas a las unidades de producción de baterías, principalmente en Asia.

²⁹ En 2023, el Tribunal de Cuentas Europeo publicó un reporte especial sobre la auditoría llevada a cabo para evaluar si la Comisión ha sido eficaz en la promoción de una política industrial europea en materia de baterías. Examinan los objetivos políticos y las herramientas de intervención establecidos en el Plan de Acción de Estratégico, así como los avances en su aplicación. A partir de las conclusiones proponen recomendaciones para la Comisión, entre estas destacan: actualizar el Plan de Acción Estratégico, centrándose especialmente en garantizar el acceso a las materias primas; reforzar el seguimiento con datos periódicos, actualizados y completos; mejorar la visión general, coordinación y orientación de la financiación de la Unión Europea para la cadena de valor de las baterías; garantizar que todos los participantes en Proyectos Importantes de Interés Común Europeo (IPCEI, por su sigla en inglés) sobre baterías tengan igualdad de condiciones para acceder al apoyo financiero público.

³⁰ Sobre los Proyectos Importantes de Interés Común Europeo e información relacionada con el tema, ver: https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei_en; sobre los IPCEI para las cadenas de valor de baterías, ver: https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei/approved-ipceis/batteries-value-chain_en y <https://www.ipcei-batteries.eu/>.

instrumento fue creado con el objetivo de apoyar a la economía europea en el contexto de la guerra desatada entre la Federación de Rusia y Ucrania en marzo de 2022, la prórroga de 2023 se interpreta como una respuesta al ambicioso plan estadounidense, *Inflation Reduction Act* que se orienta a la promoción de la cadena de valor nacional de la electromovilidad.

Dentro de este mecanismo, en mayo de 2023, la Comisión Europea dio su aprobación a un proyecto español que recibirá € 837 millones de euros, con el fin de respaldar la fabricación de baterías para la industria de vehículos eléctricos. Esta ayuda brindará subvenciones directas y préstamos a empresas dedicadas a la producción de baterías, así como a los componentes esenciales y las materias primas asociadas a dicha producción (Comisión Europea, 2023d).

- **Reglamento Europeo sobre Baterías.** En paralelo a estas medidas, la Unión Europea se encuentra en proceso de modificar el marco normativo que afecta la industria de baterías. En 2020, la Comisión Europea presentó un proyecto de reglamento sobre baterías y residuos de estas que sustituiría a la Directiva de actual, vigente desde 2006. El texto fue aprobado por el Parlamento Europeo en junio de 2023 (Parlamento Europeo 2022 y 2023a, 2023b).

El reglamento establece requisitos obligatorios aplicables a todas las baterías vendidas en la Unión Europea, independientemente de si son fabricadas dentro de la Unión Europea o importadas. Con relación a los temas tratados, la nueva regulación aborda tres aspectos cruciales para los asuntos abordados en este informe, que se vinculan con la situación actual del mercado en Europa³¹. En primera instancia, el reglamento establece un marco normativo unificado para todos los Estados Miembros. Se reconoce que la fragmentación del marco normativo existente no es adecuada para el desarrollo de una industria de baterías a nivel europeo, que sea capaz de respaldar y promover la expansión de la movilidad eléctrica. En segundo lugar, el reglamento tiene como objetivo mejorar el funcionamiento de los mercados de reciclaje de baterías. Esto es fundamental para mejorar el suministro de materias primas en Europa, ya que actualmente existe un fuerte déficit en este aspecto en la región. En tercer lugar, la regulación busca abordar los riesgos sociales y ambientales asociados con las actividades productivas en la cadena de valor de las baterías, los cuales no están contemplados por la legislación ambiental de la Unión Europea. Específicamente, se busca asegurar el abastecimiento de materias primas producidas de manera ética y sostenible.

- **Aprovisionamiento de materias primas críticas.** La Unión Europea ha implementado estrategias con el objetivo de asegurar un suministro adecuado de los recursos necesarios para respaldar su proceso de transición energética y, específicamente, la descarbonización del sector del transporte. En 2008, se introdujo la Iniciativa de las Materias Primas (RMI, por su sigla en inglés), que abarcaba todos los recursos utilizados por las industrias europeas, excepto aquellos utilizados en la producción agropecuaria y de energía³².

La RMI sirvió de base para el desarrollo desde 2012 de la Asociación Europea para la Innovación en Materias Primas (EIP-RM, por su sigla en inglés), que reúne a representantes de la industria, de los gobiernos, la academia y las ONG. Su misión consiste en proporcionar orientaciones de alto nivel a la Comisión Europea, los Estados Miembros y los agentes privados sobre planteamientos innovadores ante los retos relacionados con las materias primas (Comisión Europea, 2023f y 2023g). También en relación con estas iniciativas, en 2015 se creó la

³¹ Las disposiciones específicas incluidas en el reglamento cubren un amplio abanico de temas, que comprenden el uso restringido de sustancias peligrosas, los umbrales mínimos de materiales reciclados, parámetros sobre el rendimiento o la durabilidad de las baterías, o las condiciones para el aprovisionamiento responsable de las materias primas de orígenes responsables. Además, desde julio de 2024, todas las baterías recargables industriales y de vehículos eléctricos con capacidad mayor a 2 kWh deberán contar con una declaración y etiqueta de huella de carbono y, desde enero de 2027, estas baterías deberán disponer de un registro electrónico (pasaporte de batería). Este registro será único para cada batería y brindará distinta información sobre esta (técnica; administrativa; etc.), además de incluir la declaración de huella de carbono.

³² Esta Iniciativa se centra en el acceso y la asequibilidad de las materias primas y está basada en tres pilares: el internacional, de garantizar la igualdad de condiciones en el acceso a los recursos en terceros países; el nacional, de fomentar el suministro sostenible de materias primas procedentes de fuentes europeas; y el reciclado, de impulsar la eficiencia de los recursos y promover el reciclado. (Comisión Europea, 2023e y 2008).

EIT Raw Materials (2023a). El mandato general del EIT Raw Materials es garantizar el suministro de materias primas críticas para la industria europea impulsando la innovación a lo largo de la cadena de valor de las materias primas. En 2020, la Unión Europea anunció, como parte del Plan de Acción sobre Materias Primas Críticas (Comisión Europea, 2020b, 2020c) y la publicación de la Lista de Materias Primas Críticas 2020 —la cuarta lista desde 2011—, el lanzamiento de la Alianza Europea de las Materias Primas (ERMA, por su sigla en inglés). Esta estrategia involucra a actores relevantes de la cadena de valor de las materias primas en Europa. La iniciativa de la Unión Europea tiene la finalidad de garantizar un acceso seguro a las materias primas críticas y estratégicas, diversificar la oferta y promover la economía circular. Se han establecido metas para aumentar la producción de materias primas hasta el año 2030 y reducir la dependencia de terceros países.

En marzo de 2023, la Unión Europea dio un paso adelante en su objetivo de asegurar un acceso seguro a materias primas y materiales críticos para la transición energética al presentar la *Critical Raw Materials Act* (Comisión Europea 2023i, 2023j y 2023k), junto con la Lista de Materias Primas Críticas 2023 (Comisión Europea, Directorate-General for Internal Market Entrepreneurship and SMEs, I., Grohol, M., & Veeh, C., 2023). Este proyecto identifica además de las materias primas consideradas críticas también algunas estratégicas (como el litio grado batería), aquellas que podrían enfrentar riesgos de suministro en el futuro y que son vitales para las ambiciones ecológicas, digitales y de defensa y espaciales de Europa. La propuesta establece objetivos relacionados con las capacidades de la región a lo largo de las cadenas de suministro de materias primas estratégicas hacia 2030, que se fijaron en al menos el 10% del consumo anual de la Unión Europea por extracción dentro de la región, al menos el 40% del consumo anual por el procesamiento dentro de la región y al menos el 15% del consumo anual por el reciclaje dentro de la región. Además, se estipula que no más del 65% del consumo anual de la Unión Europea de cada materia prima estratégica, en cualquier etapa pertinente de procesamiento, pueda provenir de un solo país extranjero.

La regulación también tiene como objetivo reducir la carga administrativa y simplificar el proceso de obtención de permisos para la producción local de materias primas, incluso proporcionando respaldo financiero a proyectos considerados estratégicos. Además, se incluye el seguimiento de las cadenas de valor, el financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, y se fomenta la economía circular. La estrategia también tiene una dimensión internacional, ya que la Unión Europea busca establecer relaciones con posibles socios “confiables” (países afines), especialmente con economías en desarrollo.

- **Fomento de investigación y desarrollo.** La *Batteries European Partnership* o BATT4EU (BEPA, 2023a) es una asociación público-privada respaldada por la Unión Europea en el marco del programa *Horizon Europe* (Comisión Europea, 2023h), enfocada en impulsar una cadena de valor competitiva, sostenible y circular de baterías para Europa, tanto para el almacenamiento de energía estacionaria como la movilidad eléctrica. Esta asociación, entre la Comisión Europea y la *Batteries European Partnership Association* o BEPA (2023b), que reagrupa a las principales partes interesadas de la industria de baterías de la comunidad europea, se centra en tecnologías de materiales, diseño de celdas, fabricación y reciclaje de baterías. Hasta el momento, se prevé una inversión de 925 millones de euros hasta 2030 por parte de los asociados para el cofinanciamiento de proyectos, suma que al menos será igualada por la Unión Europea y desde 2020 ha habido más de 34 llamados que han sido cubiertos con proyectos financiados (BEPA, 2023c)³³.

Otras de las iniciativas para la investigación y el desarrollo son parte del ecosistema de innovación, o EIT Community, del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT, por su sigla en inglés), como la EIT InnoEnergy o la EIT Raw Materials. Ambas se explican brevemente en las secciones de más arriba. Por ejemplo, ofrecen programas de educación,

³³ La Agenda Estratégica de Investigación e Innovación (SRIA, por su sigla en inglés), publicada en 2021, explica con mayor detalle la iniciativa BATT4EU.

de emprendimiento y de innovación. Asimismo, desde su creación, EIT Raw Materials ha financiado tres proyectos relacionados con litio y baterías, incluyendo extracción de litio de salmueras geotérmicas (proyecto EuGeLi), desarrollo de procesos electroquímicos para la producción de litio (proyecto LiRef) y reciclaje de BiL (proyecto ELI) (EIT Raw Materials 2023a, 2023b, 2023c y 2023d).

2. Estados Unidos: promoción de la cadena de valor de los vehículos eléctricos y las baterías de litio

En 2021, se presentó el *National Blueprint for Lithium Batteries* (FCAB, 2021). Se trata de una estrategia para el desarrollo de baterías de litio durante el período 2021-2030. El documento fue elaborado por el *Federal Consortium for Advanced Batteries* (FCAB), un consorcio integrado por varios departamentos y agencias de gobierno, entre estos, los Departamentos de Energía y Defensa.

El *Blueprint* tiene como visión: “Para 2030, Estados Unidos y sus socios establecerán una cadena de suministro de materiales y tecnología de baterías segura que apoye la competitividad económica a largo plazo de Estados Unidos y la creación de empleo equitativo, permita la descarbonización, promueva la justicia social y cumpla los requisitos de seguridad nacional”, por lo que establece cinco objetivos para alcanzar esta visión que abarca toda esta cadena: asegurar el acceso a materias primas y refinadas; apoyar el crecimiento de la base de procesamiento de materiales; estimular la producción local de electrodos, celdas y paquetes de baterías; habilitar el reciclado; y mantener e impulsar el liderazgo tecnológico en baterías del país.

Para apoyar la implementación del *National Blueprint for Lithium Batteries*, en 2021 se creó la Alianza Li-Bridge (Argonne, 2023; FCAB, 2021), una asociación público-privada liderada por el consorcio FCAB en colaboración con organizaciones estadounidenses como *National Alliance for Advanced Transportation Batteries* (NAATBatt, 2023), *New York Battery and Energy Storage Technology* (NY-BEST, 2023) *Consortium* y *New Energy Nexus* (2023) y que es coordinada por el *Argonne National Laboratory*.

En agosto de 2022, el gobierno implementó la Inflation Reduction Act (IRA), un conjunto de iniciativas fiscales, productivas y regulatorias destinadas a reducir la inflación y hacer frente al cambio climático³⁴. Uno de sus principales objetivos es reducir las emisiones de carbono en un 40% para 2030. Los incentivos de la IRA buscan impulsar el desarrollo de energías, vehículos limpios, edificios y fábricas limpias, esto incluye toda la cadena de valor de las baterías de litio en Estados Unidos y, en caso de ser necesario, en países aliados que tengan acuerdos de libre comercio con Estados Unidos³⁵, especialmente en el segmento de producción y refinamiento de materias primas. El monto total de los beneficios proporcionados por la IRA en los distintos programas para mejorar la seguridad energética y acelerar las transiciones hacia energías limpias asciende a 370.000 millones de dólares.

El principal instrumento de la IRA para fomentar la electromovilidad son los créditos fiscales, como el *Clean Vehicle Credit*, destinados a la compra de vehículos eléctricos nuevos y usados. El monto del crédito para vehículos eléctricos nuevos es de hasta 7.500 dólares, mientras que para los usados es de hasta 4.000 dólares. Los vehículos eléctricos deben ser de batería, híbridos enchufables o de celda de combustible, tener una capacidad de batería de al menos 7 kWh y ser ensamblados en los Estados Unidos. Además, el valor total del vehículo no puede superar los 80.000 dólares para furgonetas, todoterrenos y camionetas, y 55.000 dólares para otros tipos de vehículo.

³⁴ LA IRA (Congreso de los Estados Unidos de América, 2022) se basa en las medidas fundacionales en materia de clima y energía limpia adoptadas por la Administración Biden-Harris y en la Infrastructure Investment and Jobs Act de 2021 (IIJA). Esta última brinda apoyo por más de USD 7.000 millones a fabricantes nacionales para disponer de los minerales críticos y otros componentes necesarios para fabricar las baterías.

³⁵ Este enfoque de política, orientado a privilegiar los países considerados aliados en el abastecimiento de materias primas críticas, ha sido comúnmente denominado “friend-shoring” o “ally-shoring” (Maihold, 2022).

La IRA establece que los minerales de las baterías deben tener un porcentaje mínimo de extracción o procesamiento en Estados Unidos o en un país con que el que Estados Unidos mantenga un acuerdo de libre comercio; o deben ser reciclados en Estados Unidos. Asimismo, se establece que los vehículos deben alcanzar un porcentaje mínimo de fabricación o ensamblaje en Estados Unidos. Para 2023 es del 50%, pero este requisito aumenta progresivamente hasta llegar al 100% en 2029.

A partir de 2024, los vehículos eléctricos con componentes de baterías fabricados o ensamblados en países considerados "*foreign entities of concern*", como China y Federación de Rusia, no serán elegibles para recibir el crédito fiscal. A partir de 2025, esta regla se extiende a los minerales extraídos, procesados o reciclados en estos países que pueden estar contenidos en las baterías de los vehículos eléctricos.

La IRA también ofrece un crédito fiscal para la fabricación nacional de componentes a lo largo de las cadenas de suministro de módulos solares, turbinas eólicas, celdas y módulos de baterías y procesamiento de minerales críticos a través del *Advanced Manufacturing Production Credit*. Este crédito puede cubrir el 10% de los costos de producción de los minerales críticos, el 10% del costo de los materiales activos de la batería (por ejemplo, materiales para electrodos —ánodos y cátodos— y electroquímicos activos —electrolitos), US\$ 35 por kWh para la producción de celdas y US\$ 10 por kWh para la producción de módulos. Todos estos créditos pueden ser solicitados simultáneamente.

Además del IRA, existen otros instrumentos de financiamiento para impulsar el desarrollo de la cadena de valor de las baterías a nivel nacional. El Departamento de Energía cuenta desde 2007 con el *Advanced Technology Vehicles Manufacturing Loan Program* (ATVM), que ofrece préstamos de bajo costo para la fabricación de vehículos de bajo consumo de combustible y componentes elegibles en Estados Unidos, además de apoyo de expertos en los proyectos³⁶. Estos préstamos están disponibles para fabricantes de vehículos, celdas y paquetes de baterías que deseen expandir o establecer nuevas plantas de fabricación. Con la norma IRA se eliminó el tope de 25.000 millones de dólares sobre el importe total de los préstamos ATVM y se asignó 3.000 millones de dólares que estarán disponibles hasta el 30 de septiembre de 2028 para sufragar los costos de los préstamos directos en el marco del ATVM. En 2022, se otorgó un crédito de 2.500 millones de dólares a Ultium Cells (2023), una empresa conjunta entre General Motors y LG Energy, para la construcción de una fábrica de celdas de baterías en el país.

En enero de 2023, el Departamento de Energía anunció un compromiso de financiamiento condicionado de hasta 700 millones de dólares para el proyecto de litio y boro de la empresa Ioneer (2023) en la mina Rhyolite Ridge (2023), Nevada, Estados Unidos (Shah, 2023). Este respaldo se alinea con el objetivo del gobierno de asegurar el suministro de materias primas y materiales críticos para el desarrollo de la cadena de valor de las baterías de litio. La aprobación final del proyecto minero está pendiente por parte del Departamento del Interior.

En febrero de 2023, la Alianza Li-Bridge lanzó el informe *Building a Robust and Resilient U.S. Lithium Battery Supply Chain* que incluye 26 acciones recomendadas para acelerar la creación de una base de fabricación nacional sólida y una cadena de suministro integral para las baterías de litio³⁷. Estas acciones buscan subsanar las deficiencias en el desarrollo y la fabricación de tecnología de baterías de litio en los Estados Unidos que se consideran como una amenaza a su poder económico, seguridad nacional y objetivos climáticos. Estas acciones se enmarcan en cinco grandes objetivos: mejorar el atractivo de la inversión en tecnología y producción de materiales de baterías de litio en el país a través de incentivos de oferta y demanda más amplios y mejor diseñados; apoyar la investigación, permitir la innovación de productos y modelos de negocio, y acelerar las vías de comercialización mediante inversiones en I+D y en capacidades de (validación y escalamiento); ayudar a las empresas del país a asegurar su acceso

³⁶ Para más información sobre el programa, véase o su ficha técnica en <https://www.energy.gov/lpo/advanced-technology-vehicles-manufacturing-loan-program-o>.

³⁷ El informe resultó de un proceso de consulta y estudio de 10 meses, mediante el cual se determinó el problema central, se establecieron objetivos a 2030 y 2050, se identificaron desafíos clave y se propusieron principios guías para el desarrollo de las acciones. Además, el informe tuvo en cuenta la *Infrastructure Investment and Jobs Act* de 2021 (IIJA) y la *Inflation Reduction Act* de 2022 (IRA). Véase Argonne (2023).

minerales críticos, suministros de materiales energéticos (vírgenes y reciclados, de origen nacional y extranjero) e infraestructuras con bajas emisiones de carbono; subsanar las brechas de conocimientos técnicos invirtiendo en la formación de la mano de obra; y establecer una asociación público-privada estadounidense duradera para apoyar el desarrollo de una cadena de suministro de baterías de litio sólida y sostenible en América del Norte. Estas acciones recomendadas podrían ser parte de políticas en un futuro próximo para impulsar la industria de baterías de litio en los Estados Unidos.

- **Actividades de investigación y desarrollo.** En apoyo a las iniciativas de promover la cadena de valor de las baterías, se han implementado programas de financiamiento para actividades de investigación y desarrollo en los Estados Unidos. En 2022, se lanzaron los *Battery Manufacturing Awards* (BMA) con el objetivo general de desarrollar capacidades para producir baterías de diversas tecnologías, principalmente de litio, y sus componentes (Casa Blanca, 2022). El Departamento de Energía invirtió 2.800 millones de dólares en esta iniciativa, y con la cofinanciación privada, la inversión total supera los 9.000 millones de dólares³⁸. Se otorgaron subsidios a 20 empresas en 12 estados, y los proyectos podrían abastecer la producción de más de dos millones de vehículos eléctricos anualmente.
- **Aprovisionamiento de materias primas críticas.** La estrategia de desarrollo de una cadena de valor de baterías en los Estados Unidos incluye un enfoque en fortalecer el suministro de materias primas y materiales procesados a nivel nacional. En 2022, también se estableció la *American Battery Materials Initiative* (ABMI). Esta iniciativa busca alinear y aprovechar los recursos federales para el desarrollo de la cadena de valor de las baterías (Casa Blanca, 2022).

A nivel internacional, en junio de 2022, Estados Unidos lanzó la *Mineral Security Partnership* (MSP) (Departamento de Estado de los Estados Unidos, 2023) con el objetivo de fortalecer las cadenas de suministro de minerales críticos utilizados en la producción de vehículos eléctricos y baterías. Participan Alemania, Australia, Canadá, Finlandia, Francia, India, Japón, Noruega, Reino Unido, República de Corea, Suecia, y la Unión Europea. La iniciativa busca promover la inversión pública y privada a lo largo de las cadenas de valor, aumentar la transparencia y fomentar altos estándares ambientales, sociales y de gobernanza en todas las cadenas de suministro de minerales críticos, así como apoyar el desarrollo de tecnologías de reciclaje.

3. China: programas para el desarrollo de la industria de vehículos eléctricos y las baterías de litio

En China existen distintos programas que buscan promover la adopción de vehículos de nuevas energías y el desarrollo de la producción industrial. En 2015, el gobierno lanzó *Made in China 2025*, un programa que tiene como propósito impulsar una mayor presencia de empresas chinas en las cadenas globales de valor, posibilitar un cambio hacia nuevas tecnologías emergentes y, al mismo tiempo, minimizar la dependencia de empresas extranjeras. Para lo cual comprometió 3,1 miles de millones de dólares (Retzer y otros, 2018; Yeung, 2019).

La producción de vehículos eléctricos y su cadena de valor se encuentra entre los 10 sectores tecnológicos estratégicos que el programa busca promover. Entre los objetivos fijados para este sector, se busca que las empresas chinas alcancen ventas anuales por 3 millones de vehículos al 2025, lo que representa aproximadamente el 80% del mercado interno de vehículos eléctricos (y el 20% de todo el mercado interno de vehículos). Otra de las metas era que las empresas chinas lleguen a cubrir el 80% del mercado de baterías y motores hacia 2020 (Yeung, 2019).

Uno de los instrumentos de promoción es el subsidio a la compra de vehículos eléctricos nuevos que van directamente a los fabricantes. Este subsidio decrece con el rango de autonomía del vehículo eléctrico. El objetivo es que el precio final de estos productos sea igual o menor al de los de combustión interna (Yeung, 2019). También se han instrumentado diversas medidas de índole comercial, impositiva y

³⁸ Considerar que los fondos que utiliza el Departamento de Energía para financiar esta iniciativa proceden del Infrastructure Investment and Jobs Act de 2021 (IIJA).

regulatoria que buscan favorecer la transferencia de tecnología o la radicación de inversiones extranjeras en el país en asociación con empresas locales. Para lograrlo, el programa apoya la adquisición, absorción y adaptación de tecnologías extranjeras, fomentando también la creación de *joint ventures* entre empresas extranjeras y nacionales—en muchos casos, con participación estatal o empresas del estado. Por ejemplo, el gobierno chino cambió los parámetros reguladores pasando de un consumo medio de combustible corporativo basado en las emisiones a uno de eficiencia del combustible con una “calificación crediticia basada en cuotas de vehículos eléctricos nuevos”, lo que llevó a que las principales empresas automotrices crearan *joint ventures* con fabricantes nacionales, de modo que sus carteras de productos modificadas pudieran cumplir la nueva normativa.

El gobierno chino también ha destinado fondos públicos a través de los *government guidance funds* (GGF) desde 2005 para acelerar la convergencia tecnológica. Se trata de fondos creados por los gobiernos central y locales en asociación con capital de riesgo privado para invertir en industrias estratégicas emergentes seleccionadas, muchos de las cuales coinciden con las industrias clave enumeradas en *Made in China 2025*. En 2021, había más de 1.800 GGF, con un objetivo de gestión de capital de 1,52 billones de dólares. Los GGF se invierten especialmente en empresas de sectores de alta tecnología o estratégicos, que no se limitan a empresas estatales. Un ejemplo destacado de empresa privada que han recibido financiación es CATL, el mayor fabricante mundial de baterías de iones de litio. Los GGF son un modelo híbrido que combina dirección e inversión estatal con capital de riesgo y experiencia privada, para la financiación de actividades de I+D nacional, nuevas empresas (*start-ups*) nacionales o la adquisición de empresas extranjeras (ICCT, 2021).

Otro programa de amplio alcance que tiene entre sus destinatarios la industria de la electromovilidad es el décimo cuarto Plan Quinquenal 2021-2025³⁹. En este Plan el gobierno chino estableció como uno de los principales objetivos acelerar la transición hacia una economía neutra en carbono, con un rol destacado de la ciencia, la tecnología y la innovación. Entre los sectores industriales priorizados en el Plan, se incluyen las “industrias estratégicas emergentes”, entre las que se encuentra la producción de los vehículos que utilizan nuevas energías (vehículos eléctricos de batería, híbridos enchufables y de celda de combustible) y las baterías de próxima generación (IEA, 2022). El Plan ofrece guías y criterios para que tanto el gobierno nacional como los gobiernos locales desarrollen la promoción de estas industrias, con especial énfasis en la calidad y los estándares para la producción, así como también en proyectos de investigación y desarrollo sobre vehículos y baterías. El plan incluye objetivos de adopción y producción de vehículos, así como de uso de vehículos eléctricos en el transporte público. Un aspecto contemplado dentro del plan quinquenal es el de la economía circular, en cuyo marco se incluye el objetivo de estandarizar el manejo de recursos de la industria de reciclado de baterías.

Uno de los programas diseñados específicamente para la promoción de la industria de vehículos eléctricos es el Plan de Desarrollo Industrial de Vehículos de Nuevas Energías para 2021 a 2035. Este programa tuvo su primera versión en 1991 y ha tenido diferentes etapas desde su lanzamiento⁴⁰. El Plan en su visión tiene como uno de sus objetivos formar una industria automovilística competitiva a nivel mundial con tecnologías avanzadas de vehículos de nuevas energías y una buena reputación de marca, y para esto promueve todas las industrias implicadas en la integración de la industria de los vehículos de nuevas energías (como las industrias de energía, transporte e información y comunicaciones, siempre que sirvan a la producción, comercialización o uso de estos vehículos), es decir, se centra claramente en el desarrollo industrial de toda la cadena de valor (incluyendo sistemas operativos y baterías).

³⁹ Notar que los Planes Quinquenales precedentes ya consideraban, aunque con diferente enfoque de innovación, esta industria. El décimo primero tenía como enfoque mejorar la fabricación para impulsar las exportaciones e incluía la industria de automóviles para innovación; el décimo segundo con el enfoque de impulsar el mercado nacional y las innovaciones en fabricación incluía las industrias de vehículos eléctricos y tecnologías de carga; el 13vo con el enfoque de buscar innovaciones novedosas en industrias estratégicas emergentes incluía las de vehículos de nuevas energías, baterías y tecnologías de carga (IEA, 2022).

⁴⁰ El Plan previo, el Plan para la Industria de Vehículos de Ahorro de Energía y Nuevas Energías de 2012 a 2020, abarcaba los vehículos con motor de combustión interna energéticamente eficientes y los vehículos de nuevas energías, en cambio el Plan actual se centra exclusivamente en los vehículos de nuevas energías (ICCT, 2021).

El Plan presenta metas a corto, mediano y largo plazo, por ejemplo, en la etapa anunciada en 2021, se ha fijado como objetivo que los vehículos eléctricos alcancen una cuota de todo el mercado interno de vehículos del 20% en 2025 y más del 50% en 2035. Esa cuota ha sido ya ampliamente superada. De acuerdo con datos de IEA (2023), en el segmento de vehículos la cuota de las ventas de los eléctricos alcanzó 29% en 2022, un aumento significativo respecto al 16% de 2021. En materia de transporte público, se espera que el proceso de electrificación logre completarse por completo en 2030 (ICCT, 2021).

El Plan establece 5 tareas estratégicas para lograr sus objetivos y metas, que están principalmente enfocadas en el desarrollo de una industria nacional de vehículos de nuevas energías competitiva a nivel internacional. En primer lugar, se busca mejorar la capacidad de innovación, especialmente en tecnologías de baterías, conectividad e inteligencia de los vehículos, así como en tecnologías fundamentales en la cadena de suministro de componentes clave, como circuitos integrados, sistemas operativos y de propulsión. En segundo lugar, se plantea la creación de un ecosistema industrial para los vehículos de nuevas energías de todas las empresas que están involucradas en producción, comercio y uso de estos vehículos, con énfasis en dos áreas por desarrollar, una, la investigación y desarrollo de sistemas operativos y, otra, el desarrollo de una cadena de valor de baterías. En tercer lugar, se busca promover la integración y el desarrollo industrial al conectar el ecosistema industrial de los vehículos de nuevas energías con los sectores de energía, transporte e información y comunicación. En cuarto lugar, se propone construir una infraestructura sólida mediante la expansión de las redes de carga e intercambio de baterías, la modernización de las instalaciones de carreteras urbanas y la creación de sistemas de apoyo para el suministro de hidrógeno. Por último, se destaca la importancia de aumentar la apertura y fortalecer la cooperación internacional. Al respecto, un propósito importante para esta iniciativa es promover la competitividad de las empresas chinas a través de una mayor internacionalización. Por lo tanto, se busca fomentar la cooperación con empresas extranjeras, centros de investigación y asociaciones industriales, especialmente en áreas como la investigación, el diseño, la inversión y el desarrollo de talento. Además, se brinda apoyo a las empresas chinas para desarrollar planes estratégicos de internacionalización, explotar mercados externos y establecer depósitos y plataformas de servicios en el extranjero (ICCT, 2021).

Bibliografía

- Albemarle (2023), "Albemarle becomes first lithium producer to complete independent audit and publish IRMA report", 20 junio, <https://www.albemarle.com/news/albemarle-becomes-first-lithium-producer-to-complete-independent-audit-and-publish-irma-report> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Alianza Europea de Baterías (2023a), [en línea] <https://www.eba250.com/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Alianza Europea de Baterías (2022), "Collaboration between the European Battery Alliance and U.S. Li-Bridge Alliance receives support from the EU Commission and U.S. Department of Energy", 15 de mayo, <https://www.eba250.com/collaboration-between-the-european-battery-alliance-and-u-s-li-bridge-alliance-receives-support-from-the-eu-commission-and-u-s-department-of-energy/> [fecha de consulta: diciembre de 2023]. [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Alianza Europea de Materias Primas (2023), [en línea] <https://erma.eu/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Argonne (2023), "About Li-Bridge" [en línea] <https://www.anl.gov/li-bridge/about> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- BEPA (2023a), "The BATT4EU Partnership" [en línea] <https://bepassociation.eu/about/batt4eu-partnership/> [fecha de consulta: diciembre de 2023]. 2023].
- BEPA (2023b), [en línea] "The Batteries European Partnership Association (BEPA)" [en línea] <https://bepassociation.eu/about/bepa/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- BEPA (2023c), "Strategic Research and Innovation Agenda" [en línea] <https://bepassociation.eu/our-work/sria/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Berman, B. (2018), "BMW Electric Cars: Past, Present And Future", *InsideEVs*, 20 de noviembre, <https://insideevs.com/features/340852/bmw-electric-cars-past-present-and-future/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Berman, B. (2019), "VW breaks ground on massive Tennessee EV plant, dubbed a 'magic moment' by CEO", *Electrek*, 12 de noviembre, <https://electrek.co/2019/11/12/vw-breaks-ground-on-massive-tennessee-ev-plant-dubbed-a-magic-moment-by-ceo/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

- BMW Group (2020), "BMW Group continues to drive electromobility: Long-term supply contract with Northvolt for battery cells from Europe concluded", comunicado de prensa, 16 de julio [en línea] <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/To311274EN/bmw-group-continues-to-drive-> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- BMW Group (2019a), "BMW Group forges ahead with e-mobility and secures long-term battery cell needs – total order volume of more than 10 billion euros awarded", comunicado de prensa, 21 de noviembre, <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/To302864EN/bmw-group-forges-ahead-with-e-mobility-and-secures-long-term-battery-cell-needs-%E2%80%93-total-order-volume-of-more-than-10-billion-euros-awarded?language=en> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- BMW Group (2019b), "Securing raw material supplies for battery cells: BMW Group signs supply contract with Ganfeng for sustainable lithium from mines in Australia", comunicado de prensa, [en línea] <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/To303684EN/securing-raw-material-supplies-for-battery-cells:-bmw-group-signs-supply-contract-with-ganfeng-for-sustainable-lithium-from-mines-in-australia?language=en> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- BMW Group (2018), "BMW Group, Northvolt and Umicore join forces to develop sustainable life cycle loop for batteries", Comunicado de prensa, 15 de octubre, <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/To285924EN/bmw-group-northvolt-and-> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Byung-yeul, B. (2019), "EV battery makers expanding alliances with automakers", *TheKoreaTimes*, [en línea] 12 de agosto, http://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2020/05/133_279981.html [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Callejas, J., Linn, J. A., Steinbuks, J. (2022), "Welfare and Environmental Benefits of Electric Vehicle Tax Policies in Developing Countries: Evidence from Colombia", Policy Research working paper, N° WPS 10001, Washington, D.C.: World Bank Group.
- Capuder, T., Miloš Sprčić, D., Zoričić, D. y Pandžić, H. (2020), "Review of Challenges and Assessment of Electric Vehicles Integration Policy Goals: Integrated Risk Analysis Approach", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol. 19., 119, 2020.
- Casa Blanca (2022), "FACT SHEET: Biden-Harris Administration Driving U.S. Battery Manufacturing and Good-Paying Jobs", 19 de octubre, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/10/19/fact-sheet-biden-harris-administration-driving-u-s-battery-manufacturing-and-good-paying-jobs/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- CATL (2022), "CATL's German plant kicks off cell production", comunicado de prensa, 21 de diciembre, <https://www.catl.com/en/news/1046.html#:~:text=Contemporary%20Amperex%20Technology%20Thuringia%20GmbH,milestone%20on%20CATL's%20global%20journey> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Comisión Europea, Directorate-General for Internal Market Entrepreneurship and SMEs, I., Grohol, M., & Veeh, C. (2023). *Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report*. Publications Office of the European Union.
- Comisión Europea (2023a), "Temporary Crisis and Transition Framework" [en línea] https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/temporary-crisis-and-transition-framework_en [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023b), "A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age", comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, Bruselas 1 de febrero, COM(2023) 62 final, https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4_en [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023c), "The Green Deal Industrial Plan: putting Europe's net-zero industry in the lead " comunicado de prensa, Bruselas 1 de febrero, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_510 [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023d), "Ayudas estatales: la Comisión aprueba un régimen de ayudas español por valor de 837 millones de euros para apoyar la producción de baterías para vehículos eléctricos y conectados con el fin de fomentar la transición a una economía de cero emisiones netas", comunicado de prensa, Bruselas, 11 de mayo, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_2425 [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023e), "Critical raw materials" [en línea] https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023f), "Policy and strategy for raw materials" [en línea] https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/policy-and-strategy-raw-materials_en [fecha de consulta: diciembre 2023].

- Comisión Europea (2023g), "The European innovation partnership (EIP) on raw materials" [en línea] [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023h) [en línea] https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023i), "Critical Raw Material Act" [en línea] https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023j), "European Critical Raw Material Act" [en línea] https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act_en [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2023k) "Establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU) 2019/1020", Bruselas 16 de marzo, COM (2023) 160 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0160> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2020), "European backing for Northvolt's battery gigafactory in Sweden", comunicado de prensa, 29 de julio, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1422.
- Comisión Europea (2020b), "Commission announces actions to make Europe's raw materials supply more secure and sustainable", comunicado de prensa, Bruselas, 3 de septiembre, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1542 [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2020c), "Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability", comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, Bruselas, 3 de septiembre, COM(2020) 474 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2018a), "Europe on the move - Sustainable Mobility for Europe: safe, connected, and clean", Bruselas, 17 de mayo, COM (2018) 293 final https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0e8b694e-59b5-11e8-ab41-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2018b), "Europe on the move - Sustainable Mobility for Europe: safe, connected, and clean", Bruselas, 17 de mayo, COM (2018) 293 final ANNEX 2 https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0e8b694e-59b5-11e8-ab41-01aa75ed71a1.0003.02/DOC_3&format=PDF [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Comisión Europea (2008), "La iniciativa de las materias primas: cubrir las necesidades fundamentales en Europa para generar crecimiento y empleo", Comunicación de la Comisión al Parlamento y al Consejo, Bruselas, 4 de noviembre, COM (2008) 699 final, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:es:PDF> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Congreso de los Estados Unidos de América (2022), "Inflation Reduction Act", HR, Public Law No: 117-169, <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Cox, T. (2020), "Ecopro to supply NCM to SK Innovation, double capacity", *Argus Media*, 4 febrero, <https://www.argusmedia.com/en/news/2063082-ecopro-to-supply-ncm-to-sk-innovation-double-capacity> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Departamento de Estado de los Estados Unidos (2023), "Minerals security partnership" [en línea] <https://www.state.gov/minerals-security-partnership/#Releases> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- EIT Raw Materials (2023a), [en línea] <https://eitrawmaterials.eu/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- EIT Raw Materials (2023b), "EuGeLi: European Geothermal Lithium Brines", <https://eitrawmaterials.eu/project/eugeli/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- EIT Raw Materials (2023c), "LiRef: Multi-feed Lithium Technology", <https://eitrawmaterials.eu/project/liref/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- EIT Raw Materials (2023d), "ELI: European Lithium Institute", <https://eitrawmaterials.eu/project/eli/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Espina, M. (2023), "Fusión de Livent y Allkem: qué implica para la industria del litio en Argentina", *Bloomberg en línea*, 12 demayo. <https://www.bloomberglinea.com/latinoamerica/argentina/fusion-de-livent-y-allkem-que-implica-para-la-industria-del-litio-en-argentina/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- ET Auto (2019), "Volkswagen inks 10 year lithium supply deal with China's Ganfeng", ET Auto, 6 de abril [en línea] <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/auto-components/volkswagen-inks-10-year-lithium-supply-deal-with-chinas-ganfeng/68750112> [fecha de consulta: diciembre 2023].

- European Institute of Innovation & Technology (2023), [en línea] <https://eit.europa.eu/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Facada, M. y Shi, C. (2019), "Tianqi Lithium signs supply contracts with SKI, Ecopro", *Fastmarkets IM*, 1 mayo, <https://www.indmin.com/Article/3871716/Tianqi-Lithium-signs-supply-contracts-with-SKI-Ecopro.html> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- FCAB (2021), "National Blueprint for Lithium Batteries 2021-2030", Federal Consortium for Advanced Batteries, https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-06/FCAB%20National%20Blueprint%20Lithium%20Batteries%200621_o.pdf.
- García, G. (2020), "El Tesla Model 3 chino, sin cobalto en sus baterías, llega al mercado europeo", *Híbridos y Eléctricos*, 28 octubre, <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/tesla-model-3-chino-cobalto-baterias-mercado-europeo/20201027160525039411.html> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Hampel, C. (2020), "Volkswagen builds battery factory in Salzgitter", *Electrive*, 9 de mayo [en línea] <https://www.electrive.com/2020/05/09/volkswagen-builds-battery-factory-in-salzgitter/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Hjorthol, R. (2013), "Attitudes, Ownership and Use of Electric Vehicles— A Review of Literature.", *TØI report* N° 1261/2013, Institute of Transport Economics, pp. 1-38.
- Horowitz, J. y Coffin, D. (2018), "The Supply Chain for Electric Vehicle Batteries", *Journal of International Commerce and Economics*, diciembre, <https://www.usitc.gov/journals>.
- Hube, K. (2020), "What Parts of Joe Biden's Tax Plan Could Pass—and How Those Changes Could Affect You", *Barron's*, 27 noviembre 2020, <https://www.barrons.com/articles/joe-biden-wants-to-change-tax-policy-heres-what-he-might-accomplish-51606496735> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- ICCT (2021), "China's New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035". The International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/sites/default/files/publications/China-new-vehicle-industrial-dev-plan-jun2021.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- IEA (2023), *Global EV Outlook 2023*, Paris, International Energy Association, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- IEA (2022), *Global EV Outlook 2022*, Paris, International Energy Association IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- IEA (2020), *Global EV Outlook 2020*, Paris, International Energy Association IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Inagaki, K. y Milne, R. (2020), "Tesla supplier Panasonic to make big battery bet in Europe", *Financial Times*, 18 de noviembre, <https://www.ft.com/content/91ad24ec-87f7-4228-99a5-cc99e78adbba> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Inagaki, K. (2020), "Panasonic's joint venture with Tesla turns first profit", *Financial Times*, 3 de febrero, <https://www.ft.com/content/7cdb9e1a-466c-11ea-aeb3-955839e06441> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (2023) [en línea] <https://www.indec.gov.ar/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Investing News Network (2020), "Lithium Forecast and Stocks to Buy in 2020", 2020.
- Ioneer (2023), [en línea] <https://www.ioneer.com/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ioneer Rhyolite Ridge (2023) [en línea] <https://rhyolite-ridge.ioneer.com/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Jin, L. y otros (2021), "Driving a green future. A retrospective review of China's electric vehicle development and outlook for the future", *The International Council on Clean Transportation*, Washington DC, 2021.
- Jones, B., Acuña, F. y Rodríguez, V. (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", Documentos de Proyectos LC/TS.2021/89, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Kumar, V. (2020), "Lithium Ion Battery Supply Chain Technology Development and Investment Opportunities", presentación de Benchmark Mineral Intelligence en Battery Seminar, Carnegie Mellon University, <https://wp-admin.benchmarkminerals.com/app/uploads/20200608-Vivas-Kumar-Carnegie-Mellon-Battery-Seminar-V1.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Linn, J. (2022), "Balancing Equity and Effectiveness for Electric Vehicle Subsidies", *Resources for the Futures*, Working Paper 22-7.
- Lutsey, N. y Nicholas, M. (2019). "Update on Electric Vehicle Costs in the United States through 2030", *The International Council on Clean Transportation*, Working Paper 2019-06.

- Maihold, G. (2022), "A new geopolitics of supply chains: The rise of friend-shoring", *SWP Comment*, 45/2022, Berlín, Stiftung Wissenschaft und Politik - Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit <https://doi.org/10.18449/2022C45> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Manthey, N. (2020), "Northvolt becomes 3rd battery cell supplier to BMW", *Electrive*, 16 de julio, <https://www.electrive.com/2020/07/16/northvolt-becomes-3rd-battery-cell-supplier-to-bmw/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- McKenna B. (2019), "Who Are Tesla's Lithium Suppliers?", *The Motley Fool*, 16 de abril, <https://www.fool.com/investing/2019/03/26/who-are-teslas-lithium-suppliers.aspx> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mining Technology (2020), "Livent extends lithium supply agreement with Tesla through 2021", 6 de noviembre, <https://www.mining-technology.com/news/livent-extends-supply-agreement-with-tesla-until-2021/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Mining.com (2021), "BMW signs \$335m lithium supply deal", 1 de abril, [en línea] <https://www.mining.com/bmw-signs-335m-lithium-supply-deal/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- NAATBatt (2023), [en línea] <https://naatbatt.org/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- New Energy Nexus (2023), [en línea] <https://www.newenergy-nexus.com/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- NY-BEST (2023), [en línea] <https://ny-best.org/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Obaya, M. y Céspedes, M. (2021), "Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/58), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Obayashi, Y. y Shimizu, R. (2018), "Japan's Sumitomo to focus on battery material supply to Panasonic, Toyota", *Reuters*, 13 de septiembre, <https://www.reuters.com/article/us-sumitomo-mtl-min-strategy-idUSKCN1LT1SN> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- O'Kane, S. (2022), "Tesla Confirms Plans to Build Lithium Refinery in Texas", *Bloomberg*, 19 de octubre, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-10-19/tesla-confirms-plans-to-build-lithium-refinery-in-texas?leadSource=verify%20wall> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Parlamento Europeo (2023a), "Pilas y baterías", Resolución legislativa del Parlamento Europeo, de 14 de junio de 2023, sobre la propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a las pilas y baterías y sus residuos y por el que se deroga la Directiva 2006/66/CE y se modifica el Reglamento (UE) 2019/1020 https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0237_ES.html [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Parlamento Europeo (2023b), "Making batteries more sustainable, more durable and better-performing", Newsletter 12-15 de junio, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/agenda/briefing/2023-06-12/4/making-batteries-more-sustainable-more-durable-and-better-performing> [fecha de consulta: diciembre 2023]. [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Parlamento Europeo (2022), "Batteries: deal on new EU rules for design, production and waste treatment", comunicado de prensa, 9 de diciembre, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20221205IPR60614/batteries-deal-on-new-eu-rules-for-design-production-and-waste-treatment> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Poveda, R. (2020), La gobernanza del litio en Chile, Documentos de Proyectos LC/TS.2020/40, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Randall, C. (2023a), "Tesla kicks off lithium refinery construction in Texas", 9 mayo, *Electrive*, <https://www.electrive.com/2023/05/09/tesla-kicks-off-lithium-refinery-construction-in-texas/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Randall, C. (2023b), "BMW starts testing solid-state battery production in Parsdorf", *Electrive*, 23 enero, <https://www.electrive.com/2023/01/23/bmw-starts-testing-solid-state-battery-production-in-parsdorf/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Retzer, S., Huber, M., & Wagner, M. (2018), "The E-Mobility Race and China's Determination to Win. Measures by the Chinese government to accelerate e-mobility development", Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, <https://transition-china.org/wp-content/uploads/2021/02/The-E-Mobility-Race-and-Chinas-Determination-to-Win-%E2%80%93 Measures-by-the-Chinese-government-to-accelerate-e-mobility-development.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Sensiba, J. (2023), "Volkswagen's PowerCo Is Taking Off", *Clean Technica*, 28 marzo, <https://cleantechnica.com/2023/03/28/volkswagens-powerco-is-taking-off/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

- Shah, J (2023), "LPO Announces Conditional Commitment to Ioneer Rhyolite Ridge to Advance Domestic Production of Lithium and Boron, Boost U.S. Battery Supply Chain", Department of Energy, <https://www.energy.gov/lpo/articles/lpo-announces-conditional-commitment-ioneer-rhyolite-ridge-advance-domestic-production> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- SNE Research (2023a), "Global Electric Vehicle Deliveries Recorded 10.83 Mil Units in 2022, a 61.3%YoY Growth", publicación electrónica, 13 de febrero, https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/70/page/12?s_cat=3&s_keyword=#ac_id [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- SNE Research (2023b), "Global Top10 Battery Makers' Sales Performance in 2022", publicación electrónica, 27 de marzo, https://www.sneresearch.com/en/insight/release_view/95/page/36?s_cat=3&s_keyword=#ac_id [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Taylor, E. (2019), "VW to deepen alliances with battery suppliers for electric push", *Reuters*, 8 de julio <https://www.reuters.com/article/idUSKCN1U3oHS/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Tesla (2023), "Continuing Our Investment in Nevada", comunicado de prensa, 24 de enero, <https://www.tesla.com/blog/continuing-our-investment-nevada> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Tesla (2020), "2020 Annual Meeting of Stockholders and Battery Day", Presentation, <https://www.tesla.com/2020shareholdermeeting> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Tesla (2014), "Panasonic and Tesla Sign Agreement for the Gigafactory", comunicado de prensa, 30 de julio, <https://www.tesla.com/blog/panasonic-and-tesla-sign-agreement-gigafactory> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Tesla (2011), "Panasonic Enters into Supply Agreement with Tesla Motors to Supply Automotive-Grade Battery Cells", comunicado de prensa, 11 de octubre, <https://www.tesla.com/blog/panasonic-enters-supply-agreement-tesla-motors-supply-automotive-grade-battery-c> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Thomas, V. y Maine, E. (2019), "Market entry strategies for electric vehicle start-ups in the automotive industry—lessons from Tesla motors", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 235, pp. 653-663.
- Umicore (2022), "Umicore and PowerCo establish joint venture for European battery materials production", comunicado de prensa, 26 de septiembre, <https://www.umicore.com/en/umicore-and-powerco-establish-joint-venture-for-european-battery-materials-production/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Umicore (2020), "EIB grants € 125 million loan to support Umicore's European rechargeable battery materials activities", comunicado de prensa, 15 de junio, <https://www.umicore.com/en/newsroom/news/newsroom/news/eib-grants-125-million-loan-to-support-umicores-european-rechargeable-battery-materials-activities/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Umicore (2019a), "Umicore announces partnership with LG Chem for the supply of NMC cathode materials", comunicado de prensa, 23 de septiembre, <https://www.umicore.com/en/media/press/umicore-announces-partnership-with-lg-chem-for-the-supply-of-nmc-cathode-materials> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Umicore (2019b), "Umicore announces strategic supply agreement with Samsung SDI for NMC cathode materials", comunicado de prensa, 24 de octubre, <https://www.umicore.com/en/newsroom/news/newsroom/news/umicore-announces-strategic-supply-agreement-with-samsung-sdi-for-nmc-cathode-materials/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Umicore (2019c), "Umicore announces strategic supply agreement", comunicado de prensa, 24 de octubre, <https://www.umicore.com/storage/main/20191024-sdi-en.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ultium Cells (2023), [en línea] <https://www.ultiumcell.com/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- UN COMTRADE (2023) [en línea] <https://comtradeplus.un.org/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Volkswagen Group (2019), "Volkswagen Group secures lithium supplies", comunicado de prensa, 5 de abril, <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-group-secures-lithium-supplies-4804> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Whiffin, A. (2018), "Tesla batteries prove best value in class - UBS", *Financial Times*, 20 de noviembre 2018, <https://www.ft.com/content/d403516c-eca7-11e8-8180-9cf212677a57> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Yeung, G. (2019), "Made in China 2025: the development of a new energy vehicle industry in China", *Area Development and Policy*, Vol. 4, Nº 1, pp. 39-59.
- Zhang, M. (2021), "China's Ganfeng Lithium inks 3-year supply contract with Tesla", 1 de noviembre, *Reuters*, <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/chinas-ganfeng-lithium-inks-lithium-battery-supply-contract-with-tesla-2021-11-01/> [fecha de consulta: diciembre 2023].

IV. La gobernanza del litio en los países del triángulo: marcos normativos y estrategias tecno-productivas

Martín Obaya⁴¹

Los recursos naturales están sujetos a regímenes o modelos de gobierno particulares a cada país cuya gestión está a cargo de los estados. Estos regímenes están configurados a partir de un conjunto de reglas formales e informales que, habiendo sido creadas por actores con determinados intereses, intervienen en las interacciones entre estos y otros actores, que pueden ser económicos, sociales, políticos, religiosos, etc. Las reglas cubren e inciden un amplio abanico de temas, destacándose las condiciones del régimen de propiedad, de acceso y uso del recurso, las condiciones de captura de la renta económica, la gestión de los ingresos obtenidos y las condiciones de conservación de estos recursos.

En este módulo se analizará, en particular, de qué modo los países ricos en recursos de litio han intentado abordar el siguiente desafío: ¿cómo pueden contribuir las industrias extractivas al desarrollo económico y la inclusión social? En primer lugar, se definirán algunos aspectos relacionados con el concepto de gobernanza de los recursos naturales, para luego analizar los regímenes de gobernanza del litio en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile. A continuación, se examinarán las estrategias de política pública implementadas por estos países para desarrollar capacidades tecnológicas y productivas en torno a la explotación del litio que contribuyan al desarrollo económico. Finalmente, se analizarán las oportunidades y los desafíos que enfrentan estas estrategias para lograr que contribuyan de manera efectiva a este desarrollo económico.

⁴¹ Martín Obaya es licenciado en economía egresado de la Universidad de Buenos Aires. Además, obtuvo una maestría en relaciones internacionales de la *Università di Bologna* y un doctorado en ciencias sociales de la *Monash University*, con una investigación sobre procesos de innovación tecnológica en subsidiarias de empresas transnacionales automotrices en el Mercado Común del Sur. En la actualidad se desempeña como investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y como vice-director del Centro de Investigaciones para la Transformación de la Escuela de Economía y Negocios de la Universidad de San Martín (CENIT-EEyN-UNSAM). Correo electrónico: mobaya@unsam.edu.ar.

A. Lección 1: la gobernanza de los recursos naturales

1. La gobernanza de los recursos naturales

La gobernanza de los recursos naturales puede definirse como el “gobierno de los procesos de interacción y toma de decisiones entre diversos actores, gubernamentales y/o no gubernamentales, involucrados en un problema colectivo relacionado a la gestión de los recursos naturales (propiedad, acceso, extracción, uso, conservación, apropiación y distribución de rentas)” (León y Muñoz, 2019, p. 8). La gobernanza se configura y ejerce a partir de un conjunto de instituciones formales entre las que se encuentran el marco constitucional, las leyes, o regulaciones específicas de tipo sectorial. Pero también a partir de instituciones informales, determinadas por reglas implícitas en la práctica de uso común, y por decisiones políticas soberanas.

De acuerdo con Altomonte y Sánchez (2016), la gobernanza de los recursos extractivos debe afrontar desafíos de distinta naturaleza:

- Construir una estrategia y una política de Estado de largo plazo para asegurar que contribuyan al logro de las metas nacionales de diversificación productiva, cambio estructural e inclusión social.
- Institucionalizar mecanismos de ahorro e inversión pública de largo plazo de las rentas provenientes de las industrias extractivas.
- Asegurar mayor transparencia y control social sobre el manejo, uso e inversión final de los flujos de rentas provenientes de las actividades extractivas por parte de los gobiernos y las empresas.
- Actualizar los marcos tributarios vigentes para incorporar mayor progresividad en la participación del Estado en las rentas extraordinarias durante los ciclos de auge de precios sin perjudicar el dinamismo de inversión.
- Fortalecer la capacidad pública para prevenir y resolver el creciente número de conflictos sociales y ambientales vinculados al desarrollo de los sectores extractivos.

La importancia relativa que representa cada uno de estos desafíos depende de condiciones que son específicas de cada país.

2. El marco normativo en el sector litífero

Esta sección se concentrará sobre dos componentes del régimen de gobernanza. El primero de ellos es el marco normativo que regula la actividad litífera. Este es un componente importante, ya que ofrece una estructura para la interacción entre los actores, delimitando el alcance de sus competencias, derechos y obligaciones. Además, determina los recursos que los actores tienen a disposición y las distintas posibilidades para movilizarlos, con el objetivo de intentar incidir en el proceso decisional. En otras palabras, el marco normativo establece las reglas de juego que ofrecen oportunidades para participar e influir en la política pública, así como obstáculos que limitan el margen de maniobra de los actores.

El marco normativo que regula la actividad litífera en los países analizados abarca distintos aspectos, que incluyen el régimen de propiedad, las modalidades de acceso al recurso, los modos de extracción, uso y conservación, entre otros. Estas actividades están mayormente reguladas por un cuerpo de reglas tradicionalmente considerado como la “normativa minera”. En los casos analizados, este conjunto de normas comprende la constitución nacional y, en un nivel inferior, las leyes de minería y las regulaciones específicas.

3. Políticas tecnológicas y productivas

El segundo componente de la gobernanza que se analizará aquí corresponde a las estrategias implementadas por los países de la región para desarrollar capacidades tecnológicas y productivas relacionadas con el aprovechamiento del recurso. Esta dimensión ha ganado importancia en el caso del litio. A medida que el recurso se volvió “crítico” para los países líderes de la electromovilidad, se fue convirtiendo en un recurso “estratégico” para los países del triángulo del litio. Este carácter estratégico se asienta en la idea de que el litio podría contribuir al desarrollo económico. Ello se lograría no solo gracias a una mayor captura de la renta generada por el recurso, sino a través de un mejor uso de esta para el desarrollo de capacidades que permitan potenciar la creación de valor en torno a una amplia variedad de temas.

Ambos componentes del régimen de gobernanza —el marco normativo y las políticas tecnológicas y productivas— están relacionados. Las propiedades de los sistemas normativos definen el tipo de relacionamiento entre el estado y el mercado, el alcance de las competencias de los actores públicos y privados en relación con el recurso, así como las condiciones de acceso al mismo. Estas propiedades influyen sobre la capacidad de negociación que tienen los actores públicos con las empresas que explotan directamente los salares. También, sobre quienes desarrollan operaciones a lo largo de las distintas cadenas de valor que utilizan el litio como insumo. La articulación entre la normativa “minera” y la política tecnológica y productiva facilita el diseño y la implementación de una estrategia de desarrollo integral que persiga, al mismo tiempo, objetivos vinculados a las actividades productivas aguas arriba (por ejemplo, la extracción, el procesamiento y la refinación), como a las actividades productivas aguas abajo (por ejemplo, la fabricación de componentes de baterías).

B. Lección 2: marcos normativos para la regulación del aprovechamiento y uso del litio

1. Estado Plurinacional de Bolivia

Desde la década de 1970, Bolivia ha investigado y prospectado la industria del litio. Esto tuvo un impulso notable en los años ochenta⁴². Hacia finales de esa década, el gobierno negoció un contrato directo con la empresa estadounidense Lithium Corporation of America (Lithco) para producir litio en el salar de Uyuni. Sin embargo, el contrato fue cancelado poco más tarde en 1990 (Nacif, 2012; Daza, 2017; Obaya, 2019). Durante más de una década, no hubo nuevos proyectos importantes en los salares bolivianos.

Con la llegada de Evo Morales a la presidencia en 2006, se inició una nueva etapa, caracterizada por la implementación de una estrategia nacionalista en el área de los recursos naturales. Durante su presidencia, se implementó una estrategia para producir compuestos de litio y desarrollar una cadena de valor nacional de baterías. Uno de los pilares de la estrategia del gobierno fue la propuesta presentada en 2007 por la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud (FRUTCAS) (Nacif, 2012). En el caso de la gestión y producción de litio, el estado asumiría un papel predominante en su explotación, excluyendo a actores privados.

Desde entonces, se establecieron las regulaciones que rigen la explotación y el procesamiento del litio en Bolivia. En 2007, se restituyeron atribuciones a la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), mientras que, en 2008, se declaró prioritaria la industrialización del salar de Uyuni y se creó la

⁴² En 1987, tras permanentes investigaciones de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) de Bolivia y la Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer de Francia dieron a conocer un nuevo cálculo de recursos en Río Grande (en el salar de Uyuni), que mostraba un incremento en las cifras iniciales de 1980: de 5,5 millones a 9 millones de toneladas de litio; de 110 millones a 150 millones de toneladas de potasio; de 3,2 millones a 6 millones de toneladas de boro (Daza, 2017). En cuanto al litio, esta cifra coincide con los cálculos a los que el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) llegó en 2010 (Nacif, 2012).

Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos, que estaría a cargo de la gestión de la estrategia litífera. En 2010, esta unidad se elevó al rango de gerencia bajo el nombre de Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE).

La Constitución Política del Estado (CPE) de 2009 otorgó una jerarquía constitucional a la naturaleza estratégica de los recursos naturales, incluido el litio. La CPE establece la propiedad y dominio del pueblo boliviano sobre los recursos naturales, depositando su administración en el Estado en función del interés colectivo (artículo 349, inciso I). El Estado tiene potestad sobre reservas fiscales y control total sobre la exploración, explotación, industrialización, transporte y comercialización de recursos naturales estratégicos (artículo 350 y 351, inciso I). Esto incluye los recursos evaporíticos en salmueras (artículo 369, inciso II). Además, se revocan todas las concesiones mineras en reservas fiscales bolivianas en un plazo de un año (octava disposición transitoria, inciso II).

En 2010, la GNRE presentó la Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, que establece pautas para el desarrollo integral de la cadena de valor del litio y otros recursos evaporíticos. Esta sienta las bases para la estrategia tecno-productiva de la cadena de valor de baterías. Una característica clave de la Estrategia es que el Estado tiene la exclusividad en la explotación del salar, mientras que las empresas privadas pueden participar como socios minoritarios solo en las etapas de producción de baterías y materiales catódicos.

La regla para la distribución de regalías mineras sería establecida en 2014, a partir de la promulgación de la Ley de Minería N° 535. De acuerdo con el artículo 227, las regalías para recursos evaporíticos se fijan en el 3% (con excepción del cloruro de sodio, con un 2,5%). La distribución de los recursos obtenidos por regalías se regula en el artículo 229, que indica que el 85% corresponde al gobierno autónomo departamental productor —del que se descuenta un 10% para actividades de prospección y exploración minera en el respectivo departamento a cargo del Servicio Geológico Minero (SERGEOMIN)— y el 15% para los gobiernos autónomos municipales productores.

En 2017, se produjo un cambio normativo que trajo aparejado un nuevo modelo de gobernanza de la estrategia litífera. A través del Decreto Supremo N° 3.058, se creó el Ministerio de Energías. Dentro de su estructura operaría el Viceministerio de Altas Tecnologías Energéticas, que sería responsable directo de las políticas vinculadas al litio y a la energía nuclear⁴³. En el marco de esta reforma, se creó, mediante la Ley N° 928, la empresa pública nacional estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB). Como se analizará en la próxima lección, esta empresa iniciaría negociaciones con empresas internacionales con la finalidad de asociarlas a la producción de compuestos de litio en el país.

2. Chile

En Chile, al igual que en Bolivia, la industria del litio está sujeta a una regulación específica que le asigna un carácter estratégico. Sin embargo, la justificación de dicha decisión es sustancialmente distinta. En 1976, durante el gobierno de facto de Augusto Pinochet, se emitió el Decreto Ley N° 1.557, que declaró al litio como un material de “interés nuclear”, debido a su uso en la fabricación de bombas de hidrógeno. En 1979, se modificó la Ley N° 16.319 para otorgar a la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) la autoridad para autorizar la explotación del litio, reservando su aprovechamiento para el estado. Se exceptuaron las concesiones mineras constituidas antes del 1° de enero de ese año, que incluían propiedades de la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) en los salares de Pedernales y Maricunga, así como las de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en el salar de Atacama, las de la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) en el salar de Aguilar y un pequeño grupo de inversores privados con un 25% del salar de Maricunga. En adelante, la actividad litífera chilena se centraría en las tenencias de CORFO en Atacama (Poveda, 2020).

⁴³ Luego, en 2020, por Decreto Supremo N° 4.393 del 13 de noviembre de 2020, las funciones, atribuciones y competencias del Ministerio de Energías fueron asumidas por el Ministerio de Hidrocarburos y Energías y se mantuvo el Viceministerio de Altas Tecnologías Energéticas.

En 1982, mediante la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras N° 18.097, se declaró que el litio no era susceptible de concesión minera “sin perjuicio de las concesiones mineras válidamente constituidas con anterioridad a la correspondiente declaración de no concesibilidad o de importancia para la seguridad nacional”. Esta Ley Orgánica entró en vigor en 1983, año en el que la promulgación del Código de Minería reitera la no concesibilidad (Ley N° 18.248). El código establece que la exploración o la explotación de sustancias calificadas como no susceptibles de concesión minera podrán ejecutarse directamente por el Estado o sus empresas, por concesiones administrativas o por contratos especiales de operación (CEOL) otorgados a privados.

Es sobre la base de este marco normativo, vigente hasta la actualidad, que la CORFO, a partir de la década de 1980, se asoció y estableció convenios con empresas privadas para la explotación del salar de Atacama. En dichos convenios se establecen pautas de explotación que definen los territorios y el volumen de extracción de salmueras, las características de los arrendamientos y los gravámenes sobre las actividades. En la actualidad, luego de distintos cambios en la estructura patrimonial de las empresas operadoras y la salida de la CORFO como socio, las empresas operadoras son Albemarle y SQM.

Recuadro IV.1 Estudio de caso 1: orígenes y evolución de Albemarle y SQM en Chile

Albemarle

En 1980, se fundó la Sociedad Chilena de Litio Ltda. (SCL) con participación mayoritaria de Foote Mineral Co. (55%) y CORFO (45%). SCL obtuvo el derecho, validado por la CCHEN, para producir y vender litio en una zona de concesión en el salar de Atacama transferida originalmente a CORFO. La producción de carbonato de litio comenzó en 1984. En 1985, se firmó un contrato entre SCL y CORFO sin establecer rentas de arrendamiento, ya que CORFO capitalizó su aporte en la empresa mediante la transferencia del área de concesión. En 1987, se autorizó la producción de sales de potasio con una regalía (royalty) inicial del 2% durante 6 años y del 3% a partir del séptimo año, pero no se dispuso el pago de regalías o cualquier otro cargo por la explotación y venta de productos de litio, así como tampoco rentas de arrendamiento de las pertenencias mineras.

En 1989, CORFO vendió su participación en SCL a Foote Mineral Co., su socio. En 1998, SCL comenzó a producir cloruro de litio a partir de carbonato de litio y ácido clorhídrico. En 2004, Foote Minerals fue adquirida por Rockwood Holding Inc., que, a su vez, fue comprada por Albemarle en 2015. En marzo de 2018, Albemarle solicitó una mayor cuota de producción, pero la CCHEN rechazó esta autorización en septiembre del mismo año^a, por considerar que la información aportada por la empresa no era suficiente para explicar el aumento de eficiencia facilitado por el proceso. Con la renegociación del contrato con la CORFO, desde 2017 la cuota de producción original se expandió desde 200.000 toneladas de litio metálico equivalente a 262.132 toneladas de litio metálico equivalente más el remanente de la cuota original que era aproximadamente de 110.000 toneladas hasta 2043.

SQM

En 1986 se fundó la Sociedad Minera Salar de Atacama Ltda. (Minsal) con la participación de la CORFO (25%), Amax Exploration Inc (Amax) (63,75%) y Molibdenos y Metales S.A. (Molymet) (11,25%) por 33 años. El contrato inicial incluyó una regalía (royalty) del 6,8% sobre las ventas y una cuota de producción máxima de 180.100 t de litio metálico equivalente. En 1992-1993, se modificó el contrato y Minsal Ltda. acordó un nuevo arrendamiento con CORFO. Posteriormente, SQM adquirió participaciones de Amax y Molymet, convirtiéndose en el accionista mayoritario con el 75%. En 1995, SQM compró las acciones de la CORFO y comenzó proyectos de producción de potasio y litio. Desde entonces, SQM ha expandido sus operaciones, pero enfrentó litigios con la CORFO desde 2013, que se resolvieron en enero de 2018 con un acuerdo de conciliación y modificaciones contractuales. Con la conciliación, la cuota de producción se estableció en 185.767 de litio metálico equivalente más el remanente de la cuota original que era aproximadamente de 64.816 t.

Fuente: Elaboración propia.

^a Véase el Acuerdo N°2314/2018 del Consejo Directivo de la CCHEN: https://www.cchen.cl/pdf/acuerdos_consejo/Acuerdo_2314.pdf.

A partir de 2015, comenzó a gestarse un cambio significativo en la gobernanza del litio chileno, que se cristalizó en la renegociación de los contratos con las dos empresas operadoras. Previo a ese año, el gobierno de la presidenta Michelle Bachelet había convocado a un grupo de expertos que trabajaron en el marco de la Comisión Nacional del Litio. La misma tenía como propósito elaborar una visión estratégica para el sector y realizar recomendaciones para la formulación de una política nacional para el litio. Al finalizar su trabajo, la Comisión entregó un documento que contenía lineamientos que abordaban distintas dimensiones de la política litífera, entre ellas: la creación de una nueva institucionalidad pública con competencias de coordinación, modalidades de exploración y explotación de recursos en los salares, aspectos ambientales, eslabonamientos productivos, política de ciencia y técnica (Ministerio de Minería, 2015)⁴⁴.

La CORFO consideró algunas de las propuestas realizadas por la Comisión Nacional del Litio para renegociar los convenios vigentes en el salar de Atacama con Albemarle y SQM. Entre las modificaciones principales se incluyó un sistema de comisiones móviles, “renta de arrendamiento”, que se ajusta en función del precio del litio, que permite al estado capturar una parte mayor de la renta económica. Además, las empresas deben contribuir con fondos para la creación de centros de investigación, desarrollo e innovación, así como también para el financiamiento de proyectos en las comunidades cercanas a los salares. Además, se estableció una cuota de hasta el 25% de la capacidad de producción teórica de litio a un precio preferente, destinada a productores especializados interesados a procesar y agregar valor en Chile a los compuestos de litio producidos por Albemarle y SQM.

Cuadro IV.1
Comparativo de las principales condiciones contractuales entre la CORFO y las empresas Sociedad Química Minera (SQM) y Albemarle, antes y después de la renegociación

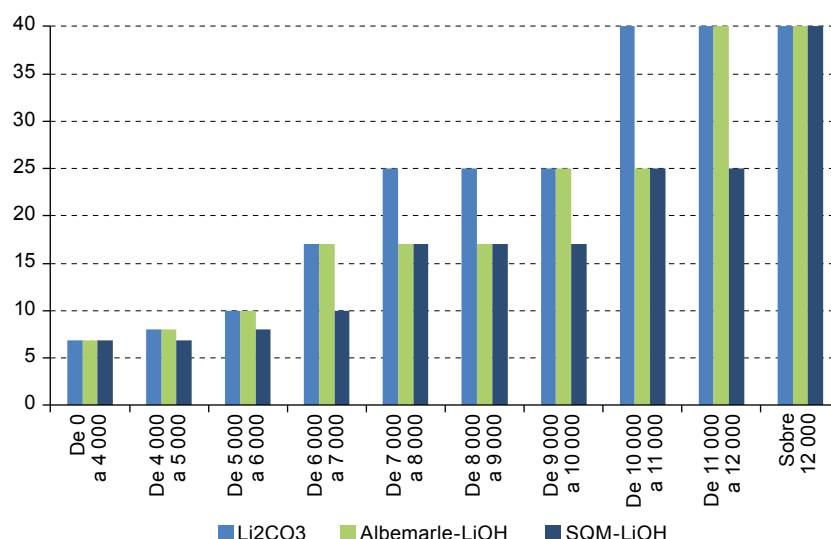
Materia	Albemarle	SQM
Extracción	La cuota de extracción subió de 200.000 a 262.132 t de LME (que es condicional e incluye cuota por eficiencia de 46.360 t) más el remante de la cuota original de 110.000 t. La extracción de salmuera aumentó de 142 l/s a 442 l/s, mientras que la de agua se mantuvo en 23,5 l/s.	La cuota de extracción subió de 180.100 a 349.553 t de LME (que es condicional e incluye cuota por eficiencia de 51.063 t y cuota adicional de 112.723 t) más el remante de la cuota original de 64.816 t. La extracción de salmuera y de agua se mantuvieron iguales, en 1500 l/s y 240 l/s respectivamente.
Plazo	Pasó de no estar definido a establecerse hasta el final de 2043.	Se mantuvo hasta el final de 2030.
Pago de comisión (regalías o “rentas de arrendamiento”)	Pasó de no tener comisión, a una comisión variable que se ubica en el rango de 6,8% a 40% de los ingresos por ventas, de acuerdo con el precio del producto.	Pasó del 6,8% de comisión fija, a una variable que se ubica en el rango de 6,8% a 40% de los ingresos por ventas, de acuerdo con el precio del producto.
Aportes para I+D	Pasó de 2 millones de dólares a un monto progresivo que va de 6 a 12,4 millones de dólares anuales para una o más entidades de I+D, como el Centro Tecnológico de Economía Circular (CTEC) y el Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad (CASE).	Pasó del 0,8%, que está incluido en el 6,8% de la comisión fija (regalía), a un monto que va de 10,7 a 18,9 millones de dólares para el Instituto de Tecnologías Limpias (ITL).
Incentivo al valor agregado	Pasó de no existir, a establecerse en hasta 25% de la capacidad anual de producción teórica a precio preferente disponible para productores especializados establecidos en Chile. Además, se prohíbe a las empresas comercializar salmuera de litio extraída de las pertenencias, comprendiendo dentro de esta categoría la salmuera bruta, salmuera concentrada y/o refinada en cualquier grado de concentración, carnalita de litio y otras materias primas de litio.	
Comunidades	Pasó de no existir a establecerse en un 3,5% de las ventas.	Pasó de no existir a establecerse de 1,7% de las ventas, repartido entre niveles de gobierno, regional y municipales; más 14 millones de dólares para inversión y fomento de desarrollo sustentable de las comunidades.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información pública de las empresas y Poveda (2020).

Notas: LME = litio metálico equivalente.

⁴⁴ Para más información, véase Ministerio de Minería (2015).

Gráfico IV.1
Tasas marginales de comisión según los precios de venta de carbonato (Li_2CO_3) e hidróxido de litio (LiOH)
(En porcentajes —eje vertical— y dólares por tonelada —eje horizontal—)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información pública de las empresas y Poveda (2020).

3. Argentina

En Argentina, a diferencia de Bolivia y Chile, la explotación de litio está regulada por el marco normativo que rige para la actividad minera en su conjunto. El litio no tiene un estatus especial ni se considera estratégico a nivel nacional. Este marco legal se basa en tres pilares fundamentales: la Constitución Nacional, el Código de Minería y la Ley de Inversiones Mineras.

El artículo 124 de la Constitución Nacional establece que las provincias tienen el dominio original de los recursos naturales que se encuentran en su territorio, lo que significa que son las autoridades provinciales las encargadas de administrar los recursos mineros. Esto forma parte de un proceso de descentralización que transfirió varias áreas de política, como la salud, y la educación, entre otras, a las provincias.

El Código de Minería (Ley N° 1.919), modificado y ordenado (por Decreto N° 456) en 1997, concede al Estado el dominio original de las minas y establece los derechos soberanos y jurisdiccionales. Los particulares tienen la facultad de explorar y aprovechar las minas como si fueran sus dueños, diferenciando la propiedad superficial de la propiedad del subsuelo. Esta última corresponde al descubridor, quien puede explotar los minerales tras recibir una concesión de la autoridad estatal competente, sujeta a ciertas condiciones, que incluyen el pago de un canon y la inversión de un capital mínimo.

La Ley de Inversiones Mineras (Ley N° 24.196), promulgada en 1993, abarca actividades como prospección, exploración y extracción de minerales según el Código de Minería. Su objetivo es crear condiciones atractivas para la inversión privada. Para ello, ofrece ciertos incentivos, como la estabilidad fiscal por un plazo de 30 años a partir de la presentación del estudio de factibilidad, que impide la imposición de nuevos impuestos durante ese período que afecten la actividad minera⁴⁵. La ley también ofrece beneficios impositivos: permite deducir montos invertidos en prospección, exploración y estudios de factibilidad del Impuesto a las Ganancias, se incluye la devolución anticipada del impuesto al valor agregado y habilita la deducción de varios impuestos y aranceles asociados a la actividad minera.

⁴⁵ Los principales impuestos nacionales son el Impuesto a las Ganancias y el Impuesto al Valor Agregado (IVA). En el ámbito provincial, se encuentran los impuestos a los Ingresos Brutos y las regalías. Estas últimas están fijadas en un 3% sobre el valor en boca de mina del producto, luego de deducir los costos de producción declarados por la empresa. Los cánones mineros, aunque son establecidos por el Estado Nacional, también son percibidos directamente por las provincias. Finalmente, en la esfera municipal se encuentran las tasas fijadas por los gobiernos locales.

A nivel subnacional, la provincia de Jujuy ha implementado mecanismos para mejorar su posición en la captación de la renta económica generada por la explotación del litio y propiciar el desarrollo de eslabonamientos productivos⁴⁶. En 2011, se estableció a través de la Ley provincial N° 5.674 que las reservas minerales con litio son estratégicas para el desarrollo socio económico de la provincia. Además, se creó la empresa pública provincial Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE) para llevar a cabo actividades relacionadas con estos sectores. Actualmente, JEMSE tiene una participación accionaria del 8,5% en las dos empresas que tienen operaciones a escala industrial en los salares jujeños (Sales de Jujuy S.A. en el salar de Olaroz y Exar S.A. en el salar Cauchari-Olaroz) y goza de prioridad de compra sobre el 5% de la producción de litio. Sin embargo, hasta el momento JEMSE no ha logrado concretar iniciativas para procesar carbonato de litio en la provincia de Jujuy. Por su parte, también la provincia de La Rioja (Ley provincial N° 10.608), en 2023, declaró al litio y sus derivados como recurso estratégico por “sus contribuciones a la transición energética y aportes al desarrollo socioeconómico” y se estableció como interés público provincial el estudio, investigación, prospección, exploración, explotación e industrialización de este material y sus derivados. No obstante, hasta ese año la provincia no tenía ningún proyecto de litio (ni en estado de exploración inicial).

4. El triángulo del litio: marcos normativos en perspectiva comparada

El cuadro IV.2 sintetiza los principales rasgos de los marcos normativos que regulan el litio en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile, tomando en consideración algunas dimensiones seleccionadas. La comparación entre los tres regímenes permite apreciar las diferencias entre las orientaciones de política que prevalecen al interior del triángulo del litio.

Cuadro IV.2
Comparación de los sistemas normativos que regulan la actividad litífera en Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia

Dimensión	Argentina	Chile	Estado Plurinacional de Bolivia
Normativa específica para el litio o general para la minería	General (con legislación específica a nivel provincial)	Específica (declarado recurso estratégico)	Específica (declarado de interés nacional o “recurso estratégico”)
Régimen de gobernanza de litio centralizado o federal	Federal	Centralizado	Centralizado
Cobertura de la normativa	Actividades vinculadas con la explotación del recurso	Actividades vinculadas con la explotación del recurso y por convenio de la CORFO con empresas operadoras: reserva de cuota a precio preferencial para proyectos de industrialización local del recurso	Actividades vinculadas con explotación e industrialización del recurso
Modalidades de explotación al recurso	Concesión a empresas privadas Jujuy: participación accionaria de empresa del estado provincial (JEMSE)	Modalidades posibles, pero que no se aplican en la actualidad: el Estado o sus empresas, o por medio de concesiones administrativas o contratos especiales de operación a terceros	Empresa pública (YLB) en asociación con empresas extranjeras
Gravámenes especiales	Estabilidad fiscal y deducciones impositivas Regalías provinciales, con un máximo de 3% sobre el valor de boca de mina	Impuesto Específico a la Actividad Minera sobre resultado operacional, de 5% a 14%, y por convenio de la CORFO con empresas operadoras: regalías progresivas, de 6,8% a 40%, de acuerdo con el nivel de precios del recurso	Regalías de 3%
Disposición del producto	Libre para las empresas operadoras	Por convenio de la CORFO con empresas operadoras: libre para empresas operadoras con reserva de cuota del 25% a precio preferencial para industrialización local	Libre para empresa pública (YLB) sobre carbonato de litio y acuerdo de comercialización para hidróxido de litio producido en asociación con empresas extranjeras

Fuente: Elaboración propia.

⁴⁶ En 2002, sin embargo, estableció a través de la Ley provincial N° 5.290 que “las actividades de producción primaria minera comprendidas entre la prospección y la extracción del mineral” quedan exentas del impuesto a los Ingresos Brutos.

Las disparidades observadas responden a una multiplicidad de factores que, en algunos casos, exceden la historia reciente o la posición actual de los gobiernos. En parte, las diferencias responden a la naturaleza de ciertas normas de alta jerarquía, cuya modificación resulta difícil en el corto plazo, por exigir consensos amplios. Algunas de estas normas están incluso definidas a nivel constitucional.

Otros componentes del sistema normativo, de menor jerarquía, son el resultado de decisiones adoptadas específicamente para promover una estrategia de desarrollo tecnológico y productivo en relación con el litio (véase la siguiente sección). Se trata de reglas que quedan encuadradas dentro de los márgenes permitidos por la normativa vigente de mayor jerarquía. Entre estos elementos se encuentran, por ejemplo, la negociación de nuevos contratos con las empresas que explotan el salar de Atacama en Chile o la declaración del litio como recurso estratégico en la provincia de Jujuy.

La gobernanza del litio en la Argentina muestra un enfoque más liberal, que prioriza la inversión privada. Para esto, ofrece estabilidad fiscal, beneficios impositivos y regulaciones menos estrictas. Asimismo, el régimen tiene un carácter federal, lo que implica desafíos de coordinación con las provincias para definir una estrategia nacional coherente. Bolivia adopta un enfoque nacionalista, manteniendo el control del litio en manos del gobierno central. El principal objetivo es crear y capturar valor a nivel nacional y principalmente a través del Estado.

Chile, por su parte, combina elementos de ambos enfoques. El litio fue declarado estratégico en 1979 y, en consecuencia, no se puede concesionar. Las operaciones existentes se basan en contratos entre la CORFO y empresas privadas. Estos contratos han sido renegociados para mejorar la captura de la renta minera y fomentar actividades productivas relacionadas con el litio. Además, en 2023, el gobierno chileno lanzó una Estrategia Nacional del Litio para expandir la producción a través de colaboraciones público-privadas.

C. Lección 3: estrategias de política tecnológica y productiva en el triángulo del litio, México y Brasil

En la región que abarca el norte de Argentina, Chile y el sur de Bolivia, el litio ha adquirido una importancia estratégica en el contexto de la transición hacia una economía menos dependiente de los combustibles fósiles y con mayor electrificación. Esto ha llevado a la consolidación de un “imaginario sociotecnológico” que considera al litio como un factor clave para el desarrollo económico y justifica la creación de capacidades tecnológicas y productivas relacionadas con el recurso. Desde esta perspectiva, la transición hacia la electromovilidad ofrecería una oportunidad para que los países con abundantes recursos de litio no solo actúen como proveedores de materias primas a través de la actividad extractiva, sino que también generen y capturen valor a través otras actividades relacionadas con su explotación, aguas arriba, y su uso o industrialización, aguas abajo.

Tal como se ha visto en el caso de los marcos normativos, los tres países de la región han adoptado distintas estrategias de política tecnológica y política en términos de sus objetivos y de las herramientas utilizadas para alcanzarlos. Estas diferencias reflejan visiones diversas sobre el papel del Estado en el desarrollo productivo y tecnológico, así como en la estructura y dinámica de las redes globales de producción (RGP) que involucran al litio. También están influenciadas por los recursos disponibles para los actores estatales y su voluntad y capacidad para modificar las estructuras normativas existentes.

1. Estado Plurinacional de Bolivia: industrialización autónoma controlada por el Estado

La estrategia boliviana para el desarrollo de capacidades tecnológicas y productivas relacionadas con el litio ha evolucionado junto con el marco normativo que regula su explotación. Esta estrategia se caracteriza por un enfoque nacionalista y un control estatal estricto sobre las operaciones en los salares

y la producción de compuestos de litio. A diferencia de otros recursos naturales, donde se permite la participación mayoritaria de actores privados, en el caso del litio —al menos en la versión original de la estrategia boliviana— estos solo podrían participar como socios minoritarios en la fabricación de componentes y celdas de baterías, con el propósito de favorecer la transferencia de tecnología. Esta restricción fue relajada a partir de la promulgación de la Ley de Minería N° 535 en 2014 y la creación de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) en 2017, que habilitan una mayor participación de empresas extranjeras en la producción de compuestos de litio.

La política tecnológica y productiva boliviana se basa en la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, lanzada en 2010. Allí, se establecen pautas para el desarrollo integral de la cadena de valor del litio y otros recursos evaporíticos. La estrategia se divide en tres fases, que abarcan desde la investigación y la instalación de plantas piloto hasta la producción industrial de carbonato de litio, cloruro de potasio, materiales catódicos y celdas de baterías. El financiamiento de la estrategia ha sido provisto por el estado, a través de préstamos del Banco Central de Bolivia a tasa preferencial.

Cuadro IV.3
Fases de la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos

Fase	Descripción	Inversión estatal (En millones de dólares)	Financiamiento	Año de producción estimado	Tecnología
I	Investigación y plantas piloto. Proceso de investigación y desarrollo del proceso tecnológico para la explotación del salar. Construcción de una planta piloto de carbonato de litio y semi-industrial de cloruro de potasio.	19	100% estado boliviano	2012	Boliviana
II	Producción nacional. Construcción de plantas industriales para la producción de carbonato de litio (30 000 t/año) y cloruro de potasio (700 000 t/año).	485	100% estado boliviano	2016	Boliviana
III	Producción de materiales de cátodo y baterías de ion-litio.	400	100% estado boliviano	2014	Socios para transferencia de tecnología

Fuente: GNRE (2011).

La implementación de la Estrategia no se ha desarrollado de acuerdo con los tiempos planificados originalmente en 2010. Esta demora se explica por factores de distinta naturaleza (Obaya, 2019). Algunos son de orden burocrático o institucional, originados en el funcionamiento propio de la COMIBOL, de la que dependía la gestión de la estrategia, hasta que se creó YLB (Montenegro Bravo, 2018). También hay cuestiones técnicas, relacionadas con las características específicas del salar de Uyuni, que plantea dificultades para encontrar un proceso de producción eficiente. Entre ellas, vale destacar en relación con otros salares de la región: i) una menor concentración media de litio; ii) una razón magnesio-litio elevada; iii) menores tasas de evaporación; iv) una más alta precipitación pluviométrica (Calla Ortega, 2014).

A pesar de los retrasos, la estrategia logró avances en términos de aprendizaje tecnológico y desarrollo de infraestructura. Se destacan la construcción de una planta piloto de carbonato de litio en 2013, el inicio de la construcción de una planta industrial para este producto y la inauguración de la planta de cloruro de potasio en 2018. También se estableció el Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje (CIDYP) en La Palca (Potosí), encargado de supervisar proyectos relacionados con baterías de iones de litio, materiales de cátodos activos, electrolitos de litio y otros productos avanzados. El CIDYP incluye una planta piloto de baterías (PPB), una planta piloto de materiales catódicos (PPMC) y un Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos de Bolivia (CICYT MAT-REB).

2. El rumbo de la Estrategia bajo la gestión de YLB

En 2017, debido a retrasos en el proyecto original, Bolivia creó la empresa pública Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) y dio comienzo a una nueva etapa de su estrategia. Se entablaron negociaciones con empresas internacionales y, en abril de 2018, YLB seleccionó a la empresa alemana ACI Systems para

asociarse en la producción de hidróxido de litio. En diciembre de 2018, se constituyó la empresa conjunta YLB ACISA, donde YLB posee el 51% (YLB, 2018). Sin embargo, en noviembre de 2019, el presidente Evo Morales revocó el acuerdo debido a protestas en Potosí y a la situación política. Bajo el gobierno de Jeanine Añez, se detuvo la implementación de la estrategia.

El gobierno de Luis Arce, desde noviembre de 2020, ha priorizado la producción de compuestos de litio mediante métodos de extracción directa que permitirían separar el litio de otros elementos en las salmueras. Se convocó a empresas internacionales para realizar pruebas piloto y, luego de un proceso de selección, en enero de 2023, se firmó un convenio con el consorcio chino CBC, conformado por Contemporary Amperex Technology Co., Limited (CATL), Guangdong Brunn Recycling Technology Co. (BRUNP), Ltd. CMOC Group Limited (CMOC), para realizar tareas que viabilicen instalar dos plantas industriales de extracción directa de litio (EDL) en los salares de Coipasa y Uyuni con capacidad cada una para producir 25.000 toneladas de carbonato de litio grado batería con una inversión de más de 1.000 millones de dólares (YLB, 2023a). En junio de 2023, se firmaron otros dos convenios también para realizar tareas que viabilicen instalar dos plantas industriales para la EDL, con las firmas rusa Uranium One Group y china Citic Guoan. Se prevé una inversión total por 1.400 millones de dólares para producir un total de 50.000 toneladas de carbonato de litio. Las operaciones se desarrollarían en los salares de Uyuni y Pastos Grandes (Ministerio de Hidrocarburos y Energía, 2023).

La estrategia puesta en marcha en 2010 finalmente llevó a producir compuestos de litio a escala industrial a fines de 2023 con la inauguración de la planta industrial de carbonato de litio cuya construcción se inició en 2019 en el salar de Uyuni. YLB ha reconocido que tuvo bastantes inconvenientes técnicos, administrativos, económicos, desde la fecha de concepción de la planta. Esta tendrá una capacidad máxima de producción de 15.000 toneladas anuales y para 2024 se prevé alcanzar un 30% de esta capacidad (YLB, 2023c; YLB, 2023d).

3. Chile: captura de la renta y un plan para el desarrollo de capacidades tecnológicas y productivas locales

En 2015, la Comisión Nacional del Litio emitió un informe con recomendaciones para el desarrollo de la industria del litio en el marco de una política nacional del litio. Entre ellas, se incluía la necesidad de realizar un aprovechamiento más integral de los recursos en los salares y la creación de una empresa estatal especializada en litio. Dichas recomendaciones sirvieron de base para la formulación de medidas adoptadas por el gobierno en los años siguientes.

Los contratos renegotiados entre la CORFO y las empresas Albemarle y SQM permitieron la expansión de la producción de litio en un 143% entre 2018 y 2022. Además, se estableció una cuota del 25% de la capacidad teórica de producción para su venta a precio preferencial a empresas interesadas en procesar el litio en territorio chileno. También se acordaron aportes para el financiamiento de institutos de investigación y desarrollo centrados en tecnologías limpias y electromovilidad, con montos diferenciados para ambas empresas.

4. El desarrollo de una cadena de valor local: procesamiento de compuestos de litio

En 2018 se realizó la primera licitación de la cuota de más 24.000 toneladas de hidróxido de litio producido por Albemarle para su venta a precio preferencial. Las tres empresas seleccionadas para producir material catódico —Sichuan Fulin Industrial Group (China), Samsung SDI y Posco (consorcio de República de Corea) y Molymet (Chile)— desistieron finalmente de sus proyectos⁴⁷. La justificación de esta decisión no fue hecha pública. Entre otros motivos, se han señalado como responsables la imposibilidad de Albemarle de suplir el volumen de hidróxido de litio comprometido y los desacuerdos respecto a la determinación del precio preferencial (Minería Chilena, 2019).

⁴⁷ Véase para más información sobre las principales modificaciones contractuales entre la CORFO y Albemarle y SQM y sobre la licitación y las empresas seleccionadas puede encontrarse en la siguiente presentación realizada por la CORFO (OCMAL, 2019).

La segunda licitación, en base a la cuota de SQM, se organizó en 2020. La misma concluyó con la selección de un proyecto formulado por la empresa chilena Nanotec para la fabricación de nanopartículas de litio y aditivos de nanopartículas de litio, utilizados como insumo para la fabricación de baterías de litio (CORFO, 2020). El producto se encuentra en desarrollo y, por lo tanto, no fue lanzado aún al mercado. Esto hace esperar que, al menos durante los primeros años, la demanda de compuestos de litio se encuentre muy por debajo de la cuota disponible (Obaya y Céspedes, 2021).

La tercera licitación fue abierta en agosto de 2022⁴⁸. En abril de 2023, la CORFO le asignó a la empresa china BYD una cuota de 11.244 toneladas al año de carbonato de litio grado batería (CORFO, 2023a). La misma instalará en Chile una planta para producción de cátodos en la región de Antofagasta que tendría una capacidad de producción de 50.000 toneladas de material catódico LFP al año. La inversión sería de US\$ 290 millones y emplearía a 500 personas. Está previsto que la planta entre en operaciones en 2025. En el marco de esta convocatoria aún quedaba disponible una cuota anual de 11.244 toneladas de carbonato de litio y una de 4.200 toneladas de hidróxido de litio. En octubre de 2023, la CORFO le asignó a otra empresa china, Yongqing Technology Co. Ltd., la cuota de 11.244 toneladas por año de carbonato de litio a precio preferente hasta 2030 (CORFO, 2023b). La empresa china prevé instalar una planta en Chile con una capacidad de producción de 120.000 toneladas de material catódico LFP al año, con una inversión estimada de US\$ 233 millones, que emplearía 668 personas cuando alcance su capacidad máxima. Está previsto que la planta entre en operaciones en 2025. La producción se serviría de la cuota asignada de la CORFO más la importación de carbonato de litio desde el proyecto Centenario que posee su principal accionista, el grupo chino Tsingshan, en asociación con la empresa francesa Eramet, en el Salar Centenario Ratones en Salta, Argentina.

5. Desarrollo de capacidades tecnológicas: centros de investigación y desarrollo

Los contratos con Albemarle y SQM establecen cuotas anuales para el financiamiento de centros de investigación y desarrollo en Chile. El primero de ellos, el Centro Tecnológico de Economía Circular (CircularTec), liderado por el Centro de Innovación y Economía Circular de Iquique (CIEC), tiene como objetivo impulsar la investigación y la innovación en economía circular, promoviendo la colaboración entre la industria, academia, gobierno y territorio. Cuenta con un financiamiento de 21,5 millones de dólares para un período de 10 años⁴⁹.

El segundo proyecto, liderado por la Universidad de Chile, es el Centro de Aceleración Sostenible de Electromovilidad (CASE). Este centro busca acelerar la adopción de la electromovilidad en Chile, fomentando la colaboración entre entidades públicas, privadas, académicas y organizaciones de la sociedad civil. Recibe un financiamiento de hasta 7 millones de dólares de la CORFO y cuenta con el apoyo de los ministerios de Energía y de Transportes y Telecomunicaciones. El CASE tiene como objetivo coordinar a los actores involucrados en el desarrollo de tecnologías limpias para el transporte, así como aumentar la distribución de carga eléctrica y promover el uso de recursos como el cobre y el litio en el desarrollo tecnológico⁵⁰.

El tercer proyecto corresponde al Instituto de Tecnologías Limpias. En abril de 2023, luego de un extenso conflicto, la CORFO seleccionó a la Asociación para el Desarrollo del Instituto Tecnológico (ASDIT), un consorcio liderado por la Corporación Alta Ley e integrado por 11 universidades chilenas para llevarlo adelante⁵¹. Este centro es el que recibirá un mayor volumen de financiamiento, con un aporte de más de 200 millones de dólares⁵².

⁴⁸ Para más información sobre la convocatoria, véase https://www.corfo.cl/sites/cpp/landing_litio.

⁴⁹ Para más información sobre CircularTec véase: <https://circulartec.cl/>.

⁵⁰ Para más información sobre el CASE véase: <https://centroelectromovilidad.cl/>.

⁵¹ El proceso de licitación había concluido en 2021 con la adjudicación del proyecto al consorcio Associated Universities Inc. Sin embargo, el mismo fue denunciado por irregularidades. La Corte Suprema decidió anular la adjudicación en julio de 2022 e instó a la CORFO a resolver la adjudicación. La resolución final fue tomada en abril de 2023.

⁵² Para más información sobre la Asociación y el ITL véase: <https://www.asdit.cl/>.

En abril de 2023, el gobierno chileno presentó la nueva Estrategia Nacional del Litio, que define los lineamientos para la política litífera a futuro. Se destaca la propuesta de crear la Empresa Nacional del Litio, que se asociaría con empresas privadas para la producción de compuestos de litio en el salar de Atacama y otros salares del país. Incorporar al Estado en la actividad productiva a través de CODELCO y ENAMI —empresas estatales con actividad minera. Además, se planea establecer un Instituto Tecnológico y de Investigación Público de Litio y Salares, para potenciar capacidades locales en la industria litífera y actividades relacionadas, abordando mejoras en procesos, desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones, y comprensión de los salares, y crear una Red de Salares Protegidos⁵³.

6. Argentina: el desafío de generar una visión estratégica integral en el marco del federalismo

En Argentina, el marco normativo del litio está basado en un marco general, establecido en la década de 1990, que está orientado principalmente a fomentar la inversión minera privada. Ello limita el espectro de políticas disponibles para mejorar la captación de la renta económica o favorecer el procesamiento local del litio. Asimismo, el sistema federal de gobernanza conlleva costos de coordinación entre el gobierno nacional y las provincias que condicionan la adopción de una estrategia integral.

A nivel nacional, se han implementado iniciativas para promover capacidades tecnológicas y productivas relacionadas con el litio. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) han financiado proyectos de investigación en este ámbito. Asimismo, el CONICET contribuyó a la creación del Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJU), que se enfoca en temas como la extracción de litio, baterías y reciclaje de baterías y paneles solares⁵⁴.

La empresa tecnológica Y-TEC⁵⁵ se ha involucrado en la producción de baterías a través del proyecto UniLIB, en asociación con el Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) —un centro del CONICET y la Universidad de La Plata. El proyecto tiene como principal objetivo desagregar el paquete tecnológico respecto del diseño y la fabricación de celdas de baterías de ion de litio, y formar recursos humanos calificados en la temática⁵⁶. La iniciativa fue lanzada en 2021 y, actualmente, se encuentra en la etapa final de construcción de la planta. La misma, tendrá una escala pequeña de 13 MWh por año. Este tamaño equivale a 1.000 baterías para almacenamiento estacionario de energías renovables o 50 para colectivos eléctricos⁵⁷.

A nivel subnacional, las provincias con recursos de litio se han focalizado, sobre todo, en asegurarse la contratación de servicios y mano de obra local en el desarrollo de la minería de litio. El principal instrumento utilizado para tal fin ha sido la legislación de “compre local”. Este mecanismo, formalizado en las provincias de Salta (Ley Provincial N°8164) y Catamarca (Resolución Secretaría de Estado de Minería N°498/14), fija requisitos de participación mínima de proveedores y mano de obra local que se ubican en torno al 60-70% (Freytes y otros, 2022).

La provincia de Jujuy ha sido la más activa en la implementación de políticas para el desarrollo de capacidades tecnológicas locales. En 2011, declaró el litio como recurso con interés estratégico a través del Decreto-Acuerdo N° 7592, por considerarlo un “generador del desarrollo socio económico”. En este marco, creó la empresa pública JEMSE, que tiene una participación accionaria del 8,5 % en las empresas

⁵³ Para más información sobre la Estrategia Nacional del Litio véase: https://www.gob.cl/chileavanzaconlitio/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20Estrategia%20Nacional,en%20armon%C3%ADa%20con%20las%20comunidades.o puede descargar la Estrategia desde: https://s3.amazonaws.com/gobcl-prod/public_files/Campa%C3%B1as/Litio-por-Chile/Estrategia-Nacional-del-litio-ES_14062023_2003.pdf.

⁵⁴ Para más información sobre el CIDMEJU véase: <https://cidmeju.unju.edu.ar/>.

⁵⁵ Una empresa de base tecnológica de YPF y el CONICET. Para más información sobre Y-TEC véase: <https://y-tec.com.ar/#/>.

⁵⁶ Ver <https://periferia.com.ar/innovacion/unlp-avanza-la-puesta-en-marcha-de-la-primer-planta-de-baterias-de-litio/>.

⁵⁷ <https://www.argentina.gob.ar/noticias/llegaron-las-maquinas-para-la-primer-planta-argentina-de-desarrollo-de-baterias-de-litio>

Sales de Jujuy (junto a Allkem⁵⁸ y Toyota Tsusho), que produce compuestos de litio desde 2015, y Minera Exar (junto a Lithium Americas⁵⁹ y Ganfeng Lithium), que entró en producción en 2023. Esta participación otorga a JEMSE el derecho a tener la prioridad de venta sobre el 5% del carbonato de litio producido por las empresas. Desde entonces, JEMSE ha buscado atraer a empresas privadas que procesen en territorio jujeño los compuestos de litio producidos en la provincia, pero no logró avanzar en ninguno de los proyectos anunciados (Obaya y otros, 2021).

Recuadro IV.2 Estudio de caso 2: litio en la provincia de Jujuy

En 2011, la provincia de Jujuy promulgó el Decreto-Acuerdo N° 7.595 (luego aprobado por la Ley N° 5.674) que declaró “las reservas minerales que contengan litio como recurso mineral estratégico de la Provincia de Jujuy”. Asimismo, la legislación estableció que los “proyectos de exploración y explotación minera de litio serán sometidos [...] al estudio de un Comité de Expertos para el Análisis Integral de Proyectos de Litio”^a. Ese mismo año, a través del Decreto-Acuerdo N° 7.626, se constituyó una Sociedad del Estado bajo la denominación Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE) que tiene “por objeto llevar a cabo por sí, por intermedio de terceros o asociada a terceros [...], tareas de generación, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica, hidrocarburos —líquidos y/o gaseosos— y/o realizar actividades de comercio vinculadas como bienes energéticos, y desarrollar cualquiera de las actividades previstas en su objeto, tanto en el país como en el extranjero”.

A través de JEMSE, el estado jujeño ha intentado fomentar la creación de eslabonamientos productivos locales vinculados a la actividad litífera. La empresa negoció una participación accionaria del 8,5% en Sales de Jujuy y Minera Exar, las dos empresas con operaciones en la provincia. Además, JEMSE tiene prioridad de venta sobre una cuota del 5% de la producción.

En 2017, el gobierno provincial utilizó esta cuota para negociar con un conglomerado italiano, el grupo Seri Industrial (SERI) —que, entre otras actividades, desarrolla y produce baterías de iones de litio—, el establecimiento de una planta de producción de baterías en Jujuy. Como resultado del acuerdo, se creó un *joint venture* entre JEMSE y el grupo SERI denominado Jujuy Litio, donde la empresa pública jujeña tiene una participación mayoritaria del 60%. El emprendimiento se propuso, como primer paso, la construcción de una planta de ensamblado de baterías, para luego avanzar en la producción local de materiales activos y celdas (López y otros, 2019). La construcción de la planta nunca avanzó.

Distintos factores contribuyen a explicar las dificultades para materializar un proyecto de estas características. En primer lugar, la cuota de carbonato de litio a disposición de JEMSE se vendería a precio de mercado. Esto disminuye los incentivos a la localización de la producción, más aún cuando se considera que la cuota solo puede utilizarse para su procesamiento en la provincia de Jujuy, cuyo tejido productivo no ofrece condiciones propicias para el desarrollo de procesos industriales complejos. Esta es una diferencia importante con el caso chileno, donde la cuota para proyectos de industrialización local se ofrece a precio preferencial.

En segundo lugar, la cuota del 5% representa una cantidad pequeña de compuestos de litio. Si se considera la producción de Sales de Jujuy, se estimaría en torno las 600 toneladas métricas anuales de carbonato de litio equivalente (LCE, por su sigla en inglés). Para tomar como referencia, la cuota de compuestos de litio disponible en Chile a partir de los contratos negociados con Albemarle y SQM puede alcanzar las 24.000 toneladas métricas anuales de LCE.

En octubre de 2020, se anunció un acuerdo entre JEMSE y la Universidad Nacional de La Plata (en la provincia de Buenos Aires) para avanzar en el desarrollo y la transferencia de tecnología e ingeniería para la reconversión y el posterior mantenimiento de micro ómnibus de transporte de pasajeros de la provincia de Jujuy con motorización diésel eléctrico a baterías de iones de litio. En principio, se estableció que se avanzaría con la reconversión de unas 100 unidades, pero el primer prototipo fue presentado recién a fines de 2023 (Periferia, 2020).

Debe señalarse, sin embargo, que este proyecto, a diferencia de la asociación con el grupo SERI, no aspira a desarrollar localmente la cadena de valor de baterías. No se contempla la utilización de carbonato de litio localmente producido, así como tampoco la producción de celdas, que serían importadas. Se trata más bien de una iniciativa para desarrollar la electromovilidad en la provincia y comenzar a desarrollar capacidades en la cadena de valor.

⁵⁸ Allkem y Livent se fusionaron a finales de diciembre de 2023 para formar Arcadium Lithium, luego de que sus accionistas acordaran las participaciones y aprobaran la fusión (Arcadium Lithium, 2023).

⁵⁹ A mediados de 2023, Lithium Americas Corp se dividió en dos empresas: Lithium Americas Argentina, que participa en los proyectos Cauchari-Olaroz (Minera Exar, 44,8%) y en Pastos Grandes (100%) en la provincia de Salta, Argentina, y Lithium Americas que posee el proyecto Tracker Pass (100%) en Nevada, Estados Unidos.

Luego, en 2021 y 2022 también se anunciaron acuerdos internacionales con empresas chinas para establecer fábricas de baterías de litio en la provincia. El primero, en mayo de 2021, con Ganfeng Lithium (Jujuy con la gente, 2021) y el segundo, en junio de 2022, con Gotion (Jujuy con la gente, 2022), pero tampoco estos avanzaron.

Fuente: Elaboración propia.

^a La norma establece que el Comité “estará integrado por: i) el Ministro de Producción, quién a su vez será el coordinador del Comité; ii) un (1) experto propuesto por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICET); iii) un (1) experto propuesto por la Universidad Nacional de Jujuy; iv) dos (2) expertos nominados por la Legislatura de la Provincia, uno por cada uno de los bloques políticos reconocidos con mayor cantidad de integrantes en ese Poder; v) un (1) experto propuesto por la Secretaría de Gestión Ambiental; y vi) un (1) experto propuesto por la Dirección Provincial de Minería y Recursos Energéticos”.

7. México: nacionalización y promoción de la electromovilidad

Litio para México

En abril de 2022, el Congreso mexicano aprobó una reforma de la Ley Minera para declarar el litio como de utilidad pública y establecer un régimen especial para su gestión. Se creó el organismo estatal “Litio para México” (LitioMx), con amplias competencias para explorar, explotar y beneficiar el litio con el fin de garantizar la autodeterminación y soberanía energética. El proyecto busca retener el procesamiento de litio en territorio mexicano y fomentar la transferencia de tecnología y empleo local.

LitioMx tiene amplias competencias que incluyen el desarrollo de programas estratégicos y el desarrollo de proyectos de ingeniería, investigación, exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento del litio. Sin embargo, debe considerarse que la Ley Minera y, por lo tanto, los recursos que controla LitioMx no afectan las concesiones mineras ya otorgadas previo a la reforma. Entre ellas, se encuentra el proyecto Sonora Lithium, que pertenece a la minera canadiense Bacanora Lithium y a la corporación china Gangfeng Lithium. Este proyecto explica actualmente más del 90% de los recursos de litio mexicanos informados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (Ballesteros, 2022). No obstante, en septiembre de 2023, la Dirección General de Minas de la Secretaría de Economía, revocó 9 concesiones de la empresa china, entre las que se encuentra el proyecto Sonora Lithium, por no haber cumplido las obligaciones mínimas de inversión. Sin embargo, se aclara que esto no sería definitivo y dependería del avance de las acciones futuras de la empresa (Forbes México, 2023).

LitioMx se encuentra en proceso de definición de su estrategia. Desde el punto de vista operativo se están analizando diversas alternativas. Una de ellas es que LitioMx avance de manera independiente, pero actualmente sus recursos financieros son limitados (Expansión, 2023). Asimismo, carece de capacidades y tecnología para explotar yacimientos de arcilla, que son un tipo de depósito que aún no es explotado a escala comercial en ningún lugar del mundo. Por ello posible que LitioMx se asocie con empresas privadas (Bloomberg Línea, 2023).

Electromovilidad en México

México también ha comenzado a planificar el desarrollo de la electromovilidad. En julio de 2023, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) presentó la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (ENME). Se espera que a partir de esta Estrategia se desprendan otras normativas, como la ley de electromovilidad. Este anteproyecto busca reducir la dependencia de los hidrocarburos y la emisión de gases efecto invernadero. Asimismo, busca identificar las acciones necesarias para establecer las condiciones técnicas, tecnológicas, financieras y legales para la transición ordenada a la movilidad eléctrica.

La ENME propiciaría una sinergia con el proyecto de LitioMx, así como también con el Plan Sonora de Energía Sostenible, un proyecto de energías limpias que se desarrolla en el país. La articulación de estos actores daría como resultado un desarrollo de los recursos como el litio y las energías renovables alineados con la transición en el parque vehicular (Mobility Portal Latinoamérica, 2023).

Algunas cuestiones requeridas para el desarrollo de sector son la reducción progresiva de aranceles para la importación de unidades eléctricas como así también la deducibilidad de activos cuando los vehículos cero emisiones prestan un servicio a terceros (como los vehículos pertenecientes a la flota de taxis). En cuanto a la infraestructura de carga para la flota eléctrica, se espera también que dentro de la EMNE se establezca la homologación de cargadores y cobro de carga de los vehículos.

Hasta el momento, se ha llevado a cabo un primer paquete de incentivos para el sector, que comprende beneficios fiscales para empresas del sector de la movilidad eléctrica que instalen sus plantas en el corredor interoceánico del Istmo de Tehuantepec. Algunos de estos son la exención del impuesto al valor agregado en operaciones en el interior de los parques o la exención del impuesto sobre la renta durante tres años y la reducción de hasta un 90% en los tres siguientes, dependiendo de variables como el número de puestos de trabajo creados (Mobility Portal Latinoamérica, 2023).

La ENME ha establecido algunas metas para los años 2030, 2040 y 2050. Para el año 2030 se aspira a que el 50% de los vehículos vendidos tengan cero emisiones, siendo estos eléctricos o híbridos. También se busca la incorporación de vehículos eléctricos al transporte público en las ciudades y zonas urbanas del país con mayores niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, y desarrollar un sistema público de carga eléctrica, tanto en ciudades como en las principales rutas del país. Para el 2040, se buscará que el 100% de las ventas de nuevos vehículos ligeros y pesados sean eléctricos o híbridos conectables. Se espera también contar con un sistema de cargadores eléctricos suficientes, abiertos y homologables en las 10 principales ciudades del país y en las rutas federales. Por último, para el horizonte del año 2050 se planteó que el 100% de las ventas de vehículos ligeros y pesados de pasajeros sea totalmente eléctrico (no híbridos) y consolidar el sistema de carga eléctrica para vehículos pesados en las principales rutas mexicanas⁶⁰.

La Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER) ha revisado las propuestas y ha hecho una serie de observaciones a la ENME. Entre ellas se destacan la falta de participación de dependencias que pudieran estar involucradas en el objeto de la estrategia, la incapacidad material y técnica para llevar adelante los objetivos, o incluso dudas respecto de la efectividad de la electromovilidad para combatir el cambio climático.

8. Brasil: flexibilización para la promoción de inversiones

En Brasil, así como en otros países de la región, como Bolivia, Chile y México, el litio posee el estatus de mineral estratégico. Hasta 2022, estaba bajo el control exclusivo de un monopolio estatal, administrado por la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). Esta organización tenía amplias atribuciones en áreas como la industrialización, importación y exportación del mineral y sus derivados, desempeñando un papel crucial en el mercado de exploración de litio en Brasil. Por su parte, la Constitución Federal, en su artículo 20, inciso IX, establece que los recursos minerales, incluyendo los del subsuelo, son propiedad de la Unión Federal. La Constitución garantiza a los estados, municipios y al Distrito Federal una participación en los beneficios derivados de la explotación de minerales en sus territorios.

En 2022, se introdujeron cambios en las regulaciones. En particular, se destaca el Decreto 11.120/2022 que marcó un punto de inflexión en el comercio exterior de litio y minerales, permitiendo libremente las operaciones de comercio exterior de minerales de litio y productos fabricados a base de litio, metálico, aleaciones de litio y sus derivados⁶¹.

La participación de inversores privados en la exploración de litio estuvo hasta entonces limitada a dos empresas: Companhia Brasileira de Litio (CBL) y AMG Brasil. Con el cambio normativo se espera un aumento en la inversión privada, en particular en la región de Vale do Jequitinhonha, al norte de Minas Gerais, donde opera la pionera CBL y donde se localizan la mayoría de las pegmatitas graníticas con litio.

⁶⁰ Para más información sobre la Estrategia véase: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/832517/2.3.ENME.pdf>.

⁶¹ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11120.htm

D. Lección 4: oportunidades y desafíos para desarrollar capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio en el triángulo del litio

En la Lección 3 se analizaron las distintas estrategias adoptadas por los países del triángulo del litio para desarrollar capacidades productivas y tecnológicas a partir del recurso. Es prematuro realizar una evaluación integral de las políticas públicas implementadas, puesto que la maduración de dichas estrategias requiere plazos extensos. Por ejemplo, debe considerarse que, en América del Sur, el desarrollo de un proyecto de producción de compuestos de litio en salares demora entre 7 y 10 años. Sin embargo, es posible identificar las áreas en las que éstas han mostrado fortalezas y debilidades en términos de sus objetivos⁶².

El Estado Plurinacional de Bolivia ha invertido en infraestructura y tecnología para desarrollar el proyecto de litio en el Salar de Uyuni, reduciendo la brecha tecnológica inicial. Sin embargo, la concentración de la estrategia en el Estado central ha limitado la colaboración con actores externos clave con conocimiento y tecnología, por lo tanto, la difusión de capacidades locales a un ritmo más rápido y efectivo. La apertura a convenios con empresas extranjeras para el desarrollo de plantas industriales con tecnología de EDL podría dar un empuje y cambiar esta situación. En Chile, la acumulación de capacidades en la explotación de litio se remonta a la década de 1990, pero el sector ha estado principalmente controlado por un pequeño grupo de empresas operadoras, con poco involucramiento del sistema de ciencia y tecnología al menos hasta la primera década de 2000. Pero, marcadamente en la segunda década, y sobre todo desde 2015, se ha observado un cambio en este aspecto, primero, con la renegociación de contratos y, segundo, con la nueva estrategia de Chile, que busca promover la investigación y el desarrollo y la participación más activa de estado en el sector del litio. En Argentina, se ha atraído inversión extranjera para la explotación de litio, pero ha habido dificultades para desarrollar una visión estratégica a nivel nacional para potenciar capacidades locales. El marco normativo y la falta de coordinación entre los niveles de gobierno (nacional, provincial y municipal) han sido obstáculos para esto.

1. El liderazgo de las redes globales de producción (RGP) se encuentra fuera del triángulo del litio

El carácter crítico del litio responde, principalmente, al aumento de la producción de baterías de iones de litio (BiL) y, especialmente, a las perspectivas de aceleración de esta tendencia en los próximos años. Este proceso está liderado por el crecimiento de la electromovilidad en China, y en segundo lugar, por Europa y América del Norte. Esto significa que las fuerzas que traccionan la demanda de litio se encuentran fuera de la región sudamericana donde se concentra el recurso.

Se distinguen aquí dos tipos de liderazgo que son importantes para explicar la estructura y las dinámicas de las RGP de BiL. Esta distinción es clave para analizar las oportunidades y obstáculos que enfrentan los países del triángulo del litio en su propósito de avanzar en la cadena de valor a partir de la dotación abundante del recurso. En primer lugar, se encuentra el liderazgo tecnológico, que detenta el tándem conformado por las empresas automotrices y los productores de celdas de baterías. En el seno de esta asociación estratégica se crean las marcas, los modelos y los mercados de vehículos, así como los canales de distribución. También, se define el pulso de la carrera tecnológica que determina gran parte de los atributos de las baterías y de los vehículos que son decisivos para la consolidación de la electromovilidad: el costo, la autonomía, la velocidad y la seguridad. Las resoluciones adoptadas por este tándem tienen incidencia aguas arriba, sobre los productores de compuestos de litio.

El segundo tipo de liderazgo es de carácter político y corresponde a las acciones que despliegan los estados de aquellos países que aspiran a consolidar la industria de la electromovilidad, en particular, China, Estados Unidos y la Unión Europea (véase el capítulo III). Dado el estado actual de la tecnología, que determina que los vehículos eléctricos tengan un precio superior a los tradicionales de combustión

⁶² Para un análisis más detallado, véase Obaya (2021) y CEPAL (2023).

interna, los actores estatales despliegan una suma de acciones orientadas a crear condiciones para el avance de la electromovilidad. Desde el lado de la demanda, el objetivo es “crear” nuevos mercados, ya sea mediante la promoción del consumo, como la definición de estándares y regulaciones, pero también el establecimiento de incentivos económicos (créditos fiscales, subsidios, anulación o rebajas de tasas, etc.). Desde el lado de la oferta, se han implementado políticas industriales, acompañadas de fuertes incentivos (como subsidios y financiamiento en el caso de China), que fomentan la expansión de la producción de vehículos y sus componentes. Más recientemente, se han volcado también al desarrollo de capacidades para la producción de materias primas críticas o, al menos, para garantizarse una provisión estable y segura de las mismas. Los estados también fomentan redes de actores, que incluyen a empresas a lo largo de la cadena de valor, junto a universidades y centros de estudio. En el marco de estas acciones incluyen líneas de financiamiento que apoyan el desarrollo de la capacidad productiva local. Este es el caso, por ejemplo, de la *European Battery Alliance*, en Europa. Estas medidas, han sido acompañadas por la provisión de la infraestructura necesaria para la expansión de la electromovilidad⁶³.

2. El desarrollo de un mercado como condición para la producción de baterías de iones de litio

La promoción de actividades de producción aguas abajo en la cadena de valor del litio es un objetivo clave en las políticas productivas y tecnológicas de los países del triángulo del litio. Esto implica el procesamiento interno del litio producido para aumentar la generación y captura de valor a nivel nacional. Sin embargo, establecer gigafábricas para lograr este objetivo presenta desafíos significativos, como altas inversiones y la necesidad de complejas capacidades tecnológicas y no tecnológicas. Además, los polos de crecimiento en la industria de baterías están fuera de la región y cuentan con fuerte apoyo de políticas públicas.

Dado este contexto, la exportación de celdas de baterías a los principales mercados de vehículos eléctricos no parece ser un vector efectivo para promover el procesamiento a gran escala del litio local. En cambio, se plantea que el desarrollo de un mercado de electromovilidad en la región sería la estrategia más efectiva para impulsar la industria de baterías de iones de litio. Sin embargo, dado el estado incipiente de este mercado en la región, concebir un mercado de grandes dimensiones dentro de los límites de los Estados nacionales resulta desafiante.

Por lo tanto, se subraya la necesidad de desarrollar un mercado regional de electromovilidad y energías renovables como condición para la expansión hacia actividades aguas abajo por parte de los países del triángulo del litio. Actualmente, la promoción de este mercado en la agenda de los países de la región es limitada y la flota y las ventas de vehículos eléctricos en América Latina es aún muy pequeña en comparación con otros países y regiones del mundo y el total de ventas de vehículos. Por ejemplo, en el cuadro siguiente, esto se observa para los automóviles de pasajeros.

Además, como se ha visto, el desarrollo de un mercado de vehículos eléctricos no depende solo de la capacidad de compra de los consumidores, sino que está afectado por múltiples factores entre los que se encuentran la disponibilidad de la tecnología de los vehículos o la infraestructura de carga disponible. Tampoco sobre estos temas hay perspectivas de avances importantes en el corto plazo.

⁶³ Para un análisis de distintas estrategias desarrolladas por los países de más altos ingresos, véase Jones y otros (2021).

Cuadro IV.4
Argentina, Brasil, Chile y México: flota actual y venta anual de vehículos eléctricos^a, 2022

País	Flota total	Ventas en 2022
Argentina	s.d.	7 846
Brasil	39 003	18 500
Chile	2 902	1 500
Colombia	s.d.	4 300
Costa Rica	4 100	1 600
México	24 000	8 400
Canadá	410 300	115 000
Estados Unidos	3 010 000	990 000
Europa	7 800 000	2 700 000

Fuente: IEA (2023) y INSIDEEVs (2023).

^a Las unidades de vehículos eléctricos para flota y venta refiere a los eléctricos de batería, híbridos enchufables y de pila de combustible.

3. Riesgo en torno al futuro del litio

Los países del triángulo del litio han establecido una posición de fortaleza debido a su capacidad para suministrar un recurso crítico para la expansión de la electromovilidad. Esto se debe a la dificultad de sustituir al litio como insumo clave en la fabricación de baterías de iones de litio que tienen un mejor desempeño para la autonomía de los vehículos eléctricos y al hecho de que solo algunos países tienen concentraciones económicamente viables de este recurso.

Sin embargo, esta posición de fortaleza podría estar en riesgo. En primer lugar, los países impulsados por la electromovilidad están enfocados en desarrollar una cadena de valor más sostenible, incluyendo la extensión del ciclo de vida de las baterías y el reciclaje de sus materiales y compuestos. Esto podría reducir la dependencia respecto de las fuentes primarias de litio. En segundo lugar, estos países buscan desarrollar operaciones de litio en sus propios territorios para reducir su dependencia de fuentes externas. Aunque estas operaciones podrían tener costos de producción más elevados que aquellas desarrolladas en salares, la diversificación de las fuentes primarias de suministro podría disminuir la importancia estratégica de la región del triángulo del litio⁶⁴.

Un tercer factor de riesgo para los países productores de litio es la posibilidad de que, en un plazo mayor de tiempo, la fabricación de celdas de baterías utilizadas por la industria de la electromovilidad ya no utilice al litio como insumo. En la actualidad, se están desarrollando tecnologías que aspiran a reemplazar este recurso; por ejemplo, las pilas de combustible de hidrógeno o las baterías de sodio-azufre.

4. Necesidades y oportunidades en el segmento aguas arriba

La orientación estratégica de las distintas políticas tecnológicas y productivas en el triángulo del litio se han destacado por su intención de avanzar hacia los segmentos intermedio y aguas abajo. En parte, esta preferencia por avanzar hacia la producción de baterías de iones de litio se origina en la naturaleza propia del imaginario sociotécnico en torno al litio, que considera las actividades vinculadas a la producción de compuestos de litio como una actividad primaria. Esta focalización, sin embargo, ha descuidado ciertas necesidades y oportunidades que presentan las actividades desarrolladas en torno al aprovechamiento de los recursos en los salares.

Con relación a las oportunidades, debe destacarse que la posibilidad de iniciar un proceso de creación de capacidades a partir las actividades productivas desarrolladas en torno a salares se ajusta mejor a la idea de “una cosa lleva a la otra”, trabajada por Hirschman (1981) y, más recientemente, por Morris y otros (2012). Estos autores sostienen que el desarrollo de una estrategia de eslabonamientos

⁶⁴ Sobre los costos de producción de las distintas operaciones de litio, véase Jones y otros (2021).

productivos —ya sea hacia adelante o hacia atrás— debería partir de actividades que ya se desarrollan en conexión con el recurso. Los encadenamientos surgen como “necesidades” (aun aquellas “creadas” por las regulaciones) que presenta el esquema de producción.

El desarrollo de capacidades en el segmento aguas arriba, como la introducción de innovaciones de proceso, puede aumentar la generación de renta, reducir costos de producción y mejorar la calidad de los compuestos de litio. Estos compuestos son productos diferenciados con valores de exportación significativamente diferentes.

Para los países con recursos de litio, el desarrollo de capacidades en los procesos productivos es crucial. La producción de compuestos de litio es una actividad compleja y la tecnología utilizada ha experimentado pocos avances en décadas. Hay desafíos pendientes, como el desarrollo de métodos de explotación eficientes y la producción de hidróxido de litio sin pasar por carbonato de litio, así como la investigación de métodos de extracción directa.

Además de mejorar la producción, las innovaciones en este segmento pueden impactar las dinámicas socioambientales en los territorios cercanos a los salares, especialmente en lo que respecta al uso del agua y los efectos del bombeo y reinyección de salmueras en las cuencas.

Estas innovaciones podrían también impulsar el desarrollo de proveedores y la exportación de servicios hacia nuevos países productores, pero requieren un fortalecimiento de los sistemas de innovación. Esto implica una mayor interacción y colaboración entre actores de diferentes sectores económicos, así como inversiones en centros de investigación y desarrollo, centros de pilotaje y laboratorios, además de infraestructura para mejorar el transporte y el acceso a las tecnologías de comunicación e información y otros servicios básicos.

Bibliografía

- Altomonte, H. y Sánchez, R. J. (2016), *Hacia una nueva gobernanza de los recursos naturales en América Latina y el Caribe*, Libros de la CEPAL, N° 139 (LC/G.2679-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2016. <https://repositorio.cepal.org/bitstreams/dbe135bc-dc1a-4bfb-897c-012984e1b6fe/download>
- Arcadium Lithium (2023), “Livent and Allkem Shareholders Approve Merger of Equals”, nota de prensa [en línea]. <https://ir.arcadiumlithium.com/investors/news/news-details/2023/Livent-and-Allkem-Shareholders-Approve-Merger-of-Equals/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ballesteros, Fernanda (2022), “Perspectivas para el litio en México después de las reformas a la Ley Minera”, Natural Resource Governance Institute. https://resourcegovernance.org/sites/default/files/documents/litio_en_mexico_y_reforma_minera_o.pdf
- Bloomberg Línea (2023), “Exclusiva: CEO de LitoMx negocia asociaciones con empresas privadas”, nota de prensa [en línea] <https://www.bloomberglinea.com/2023/02/09/exclusiva-ceo-de-litiomx-negocia-asociaciones-con-empresas-privadas> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Calla Ortega, R. (2014), “Impactos de la producción industrial del carbonato de Litio y del cloruro de potasio en el salar de Uyuni” en *Un Presente sin futuro: El proyecto de industrialización del litio en Bolivia*, ed. J.C. Guzmán (La Paz: CEDLA, 2014). <https://redextractivas.org/catalogo/boletines/un-presente-sin-futuro-el-proyecto-de-industrializacion-del-litio-en-bolivia-cedla-2014/#>
- CORFO (2020), “Corfo adjudica a Nanotec la condición de Productor Especializado para dar valor agregado al litio del Salar de Atacama”, nota de prensa [en línea] https://www.corfo.cl/sites/Satellite?c=C_NoticiaNacional&cid=1476726078582&d=Touch&pagename=CorfoPortalPublico%2FC_NoticiaNacional%2FCorfoDetalleNoticiaNacionalWeb [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- CORFO (2023a), “BYD Chile es la primera seleccionada por Corfo en el Llamado a Productores Especializados de Litio para impulsar iniciativas de valor”, nota de prensa [en línea] https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/18_04_2023_byd_litio [fecha de consulta: diciembre de 2023].

- CORFO (2023b), "Yongqing Technology es la segunda seleccionada del llamado a Productores Especializados de Litio para impulsar iniciativas de valor", nota de prensa [en línea] https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/16_10_23_productores_especializados_de_litio [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Daza, W. G. I. (2017), "Historia del extractivismo del litio en Bolivia. El movimiento cívico de potosí y la defensa de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni (1987-1990)", *RevLISE - Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, Universidad Nacional de San Juan, vol. 10, núm. 10, p. 173-188. <https://www.redalyc.org/journal/5535/553559586014/html/>
- Expansión (2023), "LitioMX va por un presupuesto de 9.7 millones de pesos para operar en 2024", nota de prensa [en línea] <https://expansion.mx/empresas/2023/09/11/presupuesto-litio-mx-2024-paquete-economico> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Forbes México (2023), "Pese a cumplir con obligaciones, México quita concesiones de litio a la china Ganfeng", nota de prensa [en línea] <https://www.forbes.com.mx/pese-a-cumplir-con-obligaciones-mexico-quita-concesiones-de-litio-a-ganfeng/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Freytes, C., Obaya, M. y Delbuono, V. (2022), "Federalismo y desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio", Buenos Aires: Fundar. Disponible en <https://www.fund.ar>
- IEA (2023), Global EV Data Explorer, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>
- INSIDEEVs (2023), "Así fueron las ventas de autos híbridos y eléctricos en 2022, nota de prensa [en línea] <https://insideeys.com.ar/news/652477/ventas-electricos-argentina-2022/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Jujuy con la gente (2021), "Matriz productiva . Jujuy, Nación y Ganfeng firmaron un memorándum para fabricar baterías de litio en la provincia", nota de prensa [en línea] <https://prensa.jujuy.gob.ar/litio/jujuy-nacion-y-ganfeng-firmaron-un-memorandum-fabricar-baterias-litio-la-provincia-n101870> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Jujuy con la gente (2022), "De Perico al mundo. Morales y la china Gotion firmaron un segundo acuerdo para fabricar en Jujuy celdas para baterías de litio", nota de prensa [en línea] <https://prensa.jujuy.gob.ar/baterias-litio/morales-y-la-china-gotion-firmaron-un-segundo-acuerdo-fabricar-jujuy-celdas-baterias-litio-n107268#:~:text=23%20de%20junio%20de%202022,celdas%20para%20bater%C3%ADas%20de%20litio> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- León, M. y Muñoz, C. (2019), "Guía para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales", serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 192 (LC/TS.2019/52), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019. <https://repositorio.cepal.org/bitstreams/6a52051a-d03b-4ec8-a4ee-ac7c2b199087/download>
- López, A., Obaya, M., Pascuini, P. y Ramos, A. (2019), "Litio en la Argentina. oportunidades y desafíos para el desarrollo de la cadena de valor", Buenos Aires: Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación - Banco Interamericano de Desarrollo, 2019.
- Minería Chilena (2019), "Cómo Chile desperdició un plan para fomentar una industria de valor agregado en litio", nota de prensa [en línea] <https://www.mch.cl/2019/07/18/como-chile-desperdicio-un-plan-para-fomentar-una-industria-de-valor-agregado-en-litio/#> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2023), "Bolivia da el segundo paso trascendental en su política de industrialización del litio, con la firma 2 convenios con los gigantes de esta industria en el mundo: CITIC GUOAN, líder en el manejo de tecnología EDL, fabricación de baterías y automóviles eléctricos; y Uranium One Group, con 70 años de experiencia en el procesamiento de litio y fabricación de baterías", nota de prensa [en línea] <https://www.mhe.gob.bo/2023/06/29/bolivia-da-el-segundo-paso-trascendental-en-su-politica-de-industrializacion-del-litio-con-la-firma-2-convenios-con-los-gigantes-de-esta-industria-en-el-mundo-citic-goan-lider-en-el-manejo-de-tecnologia/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ministerio de Minería (2015), Litio: una fuente de energía, una oportunidad para Chile. Informe final, Comisión Nacional del Litio, Santiago, 2015. https://ciperchile.cl/pdfs/2015/06/sqm/INFORME_COMISION_LITIO_FINAL.pdf
- Mobility Portal Latinoamérica (2023), "El recién presentado anteproyecto de ENME y sus metas ya fueron cuestionados en México", nota de prensa [en línea] <https://portalmovilidad.com/metas-enme-mexico/#:~:text=La%20Estrategia%20Nacional%20de%20Movilidad,fuentes%20renovables%20en%20esta%20cadena>. [fecha de consulta: diciembre 2023].

- Mobility Portal Latinoamérica (2023), "Ley de electromovilidad en México: ¿Qué hace falta?", nota de prensa [en línea] <https://mobilityportal.lat/falta-ley-electromovilidad-mexico/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Mobility Portal Latinoamérica (2023), "Así es la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica presentada por Conamer en México", nota de prensa [en línea] <https://portalmovilidad.com/estrategia-electrica-mexicana/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Montenegro Bravo, J. C. (2018), "El modelo de industrialización del litio en Bolivia", *Revista de ciencias sociales*, 10(34), 69-82.
- Nacif, F. (2012), "Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico", Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini, N° 14/15 <https://www.centrocultural.coop/revista/1415/bolivia-y-el-plan-de-industrializacion-del-litio-un-reclamo-historico> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Obaya, M. (2019), "Estudio de caso sobre la gobernanza del Litio en el Estado Plurinacional De Bolivia", Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/49), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019. <https://repositorio.cepal.org/bitstreams/g8302eaa-170a-4a71-a375-d1d416e9c728/download>
- OCMAL (2019) [presentación en línea] <https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2019/06/Corfo.-2018.-Corfo-y-los-contratos-en-el-Salar-de-Atacama.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Periferia (2020), "La UNLP convertirá a propulsión eléctrica con baterías de litio cien unidades de micro-omnibus de Jujuy", nota de prensa [en línea] <https://periferia.com.ar/innovacion/la-unlp-convertir-a-propulsi-n-el-ctrica-con-bater-as-de-litio-cien-unidades-de-micro-omnibus-de-jujuy/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Periferia (2023), "Jujuy presentó su prototipo de autobus eléctrico con baterías de litio", nota de prensa [en línea] <https://periferia.com.ar/innovacion/jujuy-presento-su-prototipo-de-autobus-electrico-con-baterias-de-litio/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Poveda, R. (2020), "Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile", serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 195 (LC/TS.2020/40), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020.
- YLB (2018), "Suscripción de Documento de Fundación de la Empresa Pública YLBACISA para la industrialización del Litio en Bolivia", nota de prensa [en línea] https://www.ylb.gob.bo/archivos/notas_archivos/nota_de_prensa_aci-ylb_121218.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- YLB (2023a), "Bolivia presenta al mundo el modelo soberano de inversiones en la industria del litio", nota de prensa [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/003-2023-BOLIVIA.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- YLB (2023b), "Ramos: "Convenio suscrito con CBC es resultado de un proceso de selección minucioso y transparente"", nota de prensa [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/31012023.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- YLB (2023c), "YLB inicia pruebas de producción en la Planta Industrial de Carbonato de Litio", nota de prensa [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/19112023.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- YLB (2023d), "Histórico: La primera Planta Industrial de Carbonato de Litio de Bolivia", nota de prensa [en línea] <https://www.ylb.gob.bo/resources/img/17122023.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].

V. Renta minera y transparencia fiscal en la minería del litio

Michel Jorratt⁶⁵

Uno de los elementos esenciales para una correcta gestión de la actividad minera que genere beneficios sostenibles y promueva la equidad intra e intergeneracional es contar con un régimen fiscal que permita una adecuada apropiación, uso y distribución de la renta económica minera. Sin embargo, el diseño de un buen régimen fiscal presenta varios desafíos técnicos y administrativos. Algunos de estos se vinculan a las características exclusivas de la actividad extractiva, otros, sin ser exclusivos, se exacerban en este sector.

Este capítulo se propone analizar la renta económica, el régimen fiscal, la estructura de ingresos tributarios y no tributarios y la transparencia en la apropiación, uso y distribución de los ingresos fiscales provenientes del sector de la minería del litio en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile. En primer lugar, se definirá el concepto de renta económica, se señalarán las particularidades del sector minero frente a la tributación y se examinarán los atributos que debería tener el régimen fiscal en este sector. En segundo lugar, se revisarán los instrumentos de tributación, para el sector minero que analizarán las buenas prácticas en tributación y transparencia fiscal. En tercer lugar, se mostrará una metodología para estimar las rentas económicas en el litio que será aplicada a los casos de Argentina y Chile. Finalmente, se analizarán los regímenes fiscales de Argentina, Bolivia y Chile, ultimarán las tasas efectivas de tributación en cada país.

⁶⁵ Michel Jorratt es ingeniero civil industrial y magíster en Ingeniería industrial de la Universidad de Chile. Fue director del Servicio de Impuestos Internos de Chile, entre 2014 y 2015, institución en la que anteriormente trabajó durante 15 años. Entre 2007 y 2011, fue asesor de la Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda. Actualmente, es consultor en política y administración tributaria. Como consultor de organismos internacionales, ha asesorado a diversos países en la evaluación de los sistemas tributarios y el diseño de reformas fiscales. En 2020, fue invitado por el Ministerio de Minería de Chile a participar como integrante de la Comisión Técnica sobre Impuestos e Inversión Pública de la Política Nacional Minera 2050. Recientemente, realizó investigaciones para CEPAL sobre renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del cobre en Chile y Perú, y en la minería del litio en Argentina, Bolivia y Chile. Correo electrónico: michel.jorratt@gmail.com.

A. Lección 1: renta económica de la minería y recursos tributarios

1. Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería

En América Latina, los recursos minerales son bienes de dominio público: le pertenecen al Estado y, a través de él, a sus ciudadanos. Esto significa que el Estado es soberano para decidir cómo y en qué condiciones se explotan estos recursos. Para muchos países, los recursos minerales representan una proporción importante de su riqueza. Uno de los elementos esenciales para una correcta gestión de la actividad minera, que genere beneficios sostenibles y promueva la equidad intra e intergeneracional, es contar con un régimen fiscal que permita una adecuada apropiación, uso y distribución de la renta económica minera.

a) ¿Qué es la renta económica?

La renta económica es el pago por un bien que excede el pago mínimo necesario para que sea suministrado. Esta surge cuando hay un factor de producción cuya oferta es fija. Ello puede ocurrir en muchas actividades, pero es especialmente importante en la industria extractiva, donde los recursos minerales son fijos, al menos durante períodos relativamente largos. Para el inversor, la renta económica representa una ganancia extraordinaria, que está por encima de la que exigiría para realizar la inversión. La captura de renta es una de las principales preocupaciones de los Estados en el diseño de regímenes tributarios sobre la minería. En teoría, los gobiernos podrían extraer el cien por ciento de las rentas económicas mediante impuestos, sin afectar las decisiones de inversión, pues de todas formas los inversores privados estarían obteniendo la rentabilidad que exigen para los riesgos que asumen.

Sin embargo, la idea anterior debe ser matizada. Los recursos para invertir no son ilimitados. Los inversores preferirán desarrollar proyectos en aquellos países que les aseguren la mayor rentabilidad. Con alta probabilidad este no será el caso de aquel país que pretenda apropiarse de la totalidad de la renta económica.

b) Particularidades del sector minero frente a la tributación

Normalmente, la industria extractiva se grava tanto con impuestos generales, los mismos que el resto de las actividades económicas, como con impuestos especiales, tales como regalías o impuestos sobre la renta económica, para capturar parte de la renta económica. Al mismo tiempo, se suele otorgar diversos incentivos tributarios para que se haga cargo de particularidades de la actividad.

Es importante entender cuáles son las características de esta industria que justifican la aplicación de estos impuestos e incentivos extraordinarios, distintos a los que soportan las demás actividades económicas. A continuación, se enumeran algunas de las características distintivas de las industrias extractivas:

i) *Propiedad de los recursos mineros*

Generalmente, los recursos mineros no pertenecen a la empresa que los explota, sino al Estado o a sus ciudadanos. Por lo tanto, es lógico que el propietario de los recursos pretenda obtener un pago razonable por transferir su derecho de propiedad a la empresa minera que los extrae. Desde ese punto de vista, las regalías o *royalties* representan el precio pagado por esa transferencia.

ii) *Perspectivas de una elevada renta económica*

La renta económica le pertenece al Estado, en tanto dueño de los recursos que están en el subsuelo. Por esto la captura de la renta es una de las principales preocupaciones en el diseño de los regímenes tributarios sobre la minería. Sin embargo, al diseñar un impuesto que busque apropiarse de parte de la renta económica se debe tener cuidado en incluir la renta generada en cada una de las etapas del proceso extractivo, es decir, en la exploración, en el desarrollo y en la explotación.

Cuando una empresa lleva a cabo todas estas etapas, ello se logra permitiendo que se deduzcan los costos de las exploraciones, tanto de las exitosas como de las fallidas, además de los costos de desarrollo y explotación. En caso de que la exploración se lleve a cabo por una empresa distinta, que luego vende los derechos de explotación a un tercero, el precio de venta podría incorporar parte de las futuras rentas de la explotación. Por lo tanto, si un impuesto a la renta económica se aplica solo en la etapa de explotación, dejaría sin gravar una parte relevante de las rentas totales.

iii) Altos costos hundidos y largos períodos de producción

El ciclo de vida completo de un proyecto minero supone llevar a cabo actividades de exploración, desarrollo, explotación y cierre de mina. Todo ello implica altos costos, pero, sobre todo, una gran inversión inicial y un extenso tiempo de ejecución, que puede durar décadas.

La inversión inicial es un costo hundido, que no se recupera en caso de que se decida abandonar el proyecto. Por ello, una vez realizada la inversión, la empresa minera mantendrá la producción siempre que el precio del mineral sea mayor que el costo variable. Se dice que esto genera un problema de coherencia temporal: el inversionista teme que, una vez hecha la inversión inicial, el gobierno decida aumentar los impuestos, sabiendo que la empresa no tiene más opción que seguir produciendo. Es decir, será reacio a invertir aun cuando se le ofrezcan beneficios tributarios. Por otro lado, los gobiernos tienen incentivos a ofrecer beneficios tributarios considerables en la etapa de inversión y a subir los impuestos en la etapa de producción.

Una manera de reducir este desincentivo a la inversión es mediante los contratos de invariabilidad tributaria. Estos contratos han sido utilizados por muchos países, entre los que se encuentran la Argentina y Chile. Otra respuesta de la política tributaria es permitir la deducción de los costos de exploración y desarrollo de las utilidades futuras, a través de los mecanismos de arrastre de pérdidas.

iv) Aporte significativo a los ingresos fiscales

Como consecuencia de la significativa renta económica que produce el sector minero, su aporte a los ingresos fiscales puede ser muy relevante, tanto en términos absolutos, sino también como proporción de los ingresos totales del gobierno. En la medida en que se diseñen los impuestos adecuados para extraer las rentas económicas, es posible para los países propietarios de los recursos naturales tener una posición fiscal más sólida. Ello permite reducir deuda, aumentar gastos o reducir otros impuestos más regresivos o distorsionadores.

v) Incertidumbre

La industria extractiva está sujeta a incertidumbre en todas sus etapas, desde la exploración al cierre. Por cierto, todos los sectores económicos se ven afectados por la incertidumbre, pero las incertidumbres geológicas, la volatilidad de los precios y la extensa vida útil de los proyectos de inversión hacen que el riesgo sea especialmente importante en esta industria. También hay incertidumbres políticas, referidas, por ejemplo, a los cambios al sistema tributario una vez que se realizaron las inversiones, o la inestabilidad en las reglas para los inversionistas extranjeros. Asimismo, los trabajadores y las comunidades enfrentan incertidumbres, cuando el proyecto minero es la principal fuente laboral y de actividad económica en una determinada localidad.

vi) Consideraciones internacionales

Es común que las inversiones mineras sean realizadas por empresas no residentes en el país anfitrión. Ello puede tener varias implicancias. La primera es que la tasa efectiva de tributación de un proyecto minero depende no sólo del sistema tributario del país anfitrión, sino también de los impuestos que se paguen en el país de residencia del inversionista. Normalmente, los países de residencia de los inversionistas otorgan créditos contra los impuestos pagados en el exterior, los cuales alcanzan a los impuestos sobre las utilidades, pero no a las regalías u otros impuestos especiales. Una segunda implicancia es que la naturaleza internacional de las operaciones abre espacios para la elusión fiscal, mediante la

sobre o subvaloración de la transferencia (por ejemplo, por compra de insumos o de servicios) entre dos entidades relacionadas en jurisdicciones diferentes con alta o baja tributación, lo que influye en el monto de utilidades que reportan (y de impuestos que pagan por estas). Por una parte, la existencia de precios internacionales bien conocidos ofrece una buena oportunidad de control de los precios de transferencia de los minerales. Pero, por otra, la exportación de concentrados o compuestos como el carbonato de litio o el cloruro de litio, que no son *commodities* que se transen en bolsas internacionales plantea una dificultad a la hora de determinar su correcta valoración en función del contenido de minerales.

vii) Asimetrías de información

Los gobiernos poseen menos información que los inversionistas privados acerca de las características geológicas, técnicas y comerciales de los proyectos de exploración, desarrollo y explotación de recursos mineros. A su vez, los inversionistas privados desconocen las políticas tributarias que los gobiernos planean emprender en el futuro. Estas asimetrías hacen más difícil la captura de renta de los gobiernos pues los inversionistas, previendo un aumento de los impuestos, no tendrán interés en compartir esta información con los gobiernos. Por el contrario, tendrán incentivos a subestimar las existencias de minerales y exagerar los costos de extracción.

viii) Poder de mercado

La mayoría de los análisis de los regímenes impositivos sobre los recursos naturales asumen que los productores son tomadores de precios. Sin embargo, muchas veces esto no es así, pues algunos países controlan una porción significativa de las reservas de minerales, de tal forma que pueden ejercer un control sobre los flujos de minerales.

La posibilidad de incidir sobre estos flujos tiene implicancias sobre los efectos de los impuestos, tanto para los países productores como para los países importadores de recursos.

ix) Recursos agotables

Existe un stock limitado de recursos mineros en el planeta, por lo que algún día se agotarán. No obstante, algunos le restan importancia a esta característica, dado que pueden descubrirse nuevos yacimientos.

Asimismo, aquellos yacimientos cuya explotación no parece económicamente factible en la actualidad, en el futuro podrían serlo, gracias a los avances tecnológicos. Sin embargo, es innegable que la extracción de mineral en el presente implica una menor extracción potencial en el futuro.

x) Impactos sobre comunidades y el medioambiente

Los proyectos mineros de gran tamaño se caracterizan por generar impactos considerables sobre las comunidades locales y el medioambiente. Los impuestos a la industria minera deben compensar estos costos. En ocasiones, estas compensaciones pueden tomar la forma de multas por contaminar, mientras que, en otras, se otorgan deducciones al impuesto sobre las utilidades por las inversiones en favor de la comunidad.

Puede que estas compensaciones no sean suficientes para un desarrollo sostenible de los territorios, otros mecanismos son posibles para contribuir a esto, como la creación de fondos con destinos específicos gestionados por un comité multinivel y multiactor.

c) Atributos deseables para un régimen fiscal de la industria extractiva

El diseño del régimen fiscal para la industria extractiva debe equilibrar varios objetivos o atributos deseables. En primer lugar, debe recaudar ingresos suficientes, capturando una proporción razonable de la renta económica generada por la explotación de los recursos minerales. En segundo lugar, debe propender a la eficiencia económica, en el sentido de no desincentivar las inversiones mineras ni tampoco estimular la sobreexplotación. En tercer lugar, debe recaudar con equidad. Ello incluye: la equidad horizontal, en cuanto a que personas naturales o jurídicas con igual capacidad contributiva paguen los mismos impuestos; la equidad vertical, que significa que quienes perciben mayores rentas paguen

proporcionalmente más impuestos; la equidad intergeneracional, para evitar que una sobreexplotación de recursos prive a las generaciones futuras de los beneficios que proporcionan los recursos naturales; y la equidad jurisdiccional, para velar por una adecuada distribución de ingresos y absorción de costos entre los distintos territorios. Por último, debe buscar la eficiencia administrativa, minimizando los costos de diseño, administración y cumplimiento.

d) ¿Cuáles son los instrumentos de tributación para el sector minero?

Normalmente, las empresas del sector minero están sujetas a todas las obligaciones tributarias que soportan la generalidad de las empresas de los demás sectores económicos. Esto incluye el impuesto sobre las utilidades de la empresa (ISU), impuestos sobre las ganancias de capital, impuestos sobre nóminas, impuestos sobre la propiedad, impuesto al valor agregado (IVA), aranceles a las importaciones, etc. Asimismo, tienen las mismas obligaciones en cuanto a retener otros impuestos que recaen sobre terceras personas.

Pero, además de lo anterior, los gobiernos aplican impuestos particulares a la actividad minera con el fin de extraer parte de la renta económica que ésta genera. Al mismo tiempo, frecuentemente, se otorgan ciertos beneficios tributarios en el ISU, como una forma de mitigar los riesgos propios de la actividad y estimular la inversión.

Respecto del impuesto sobre las utilidades, que en algunos países se conoce como impuesto sobre la renta o impuesto sobre las ganancias, unos pocos países aplican a la industria extractiva una tasa mayor a la estándar, como una forma de capturar una mayor proporción de la renta económica. Sin embargo, la mayor parte usa la tasa estándar. Más a menudo, este impuesto se usa para dar incentivos, como depreciación acelerada de los activos fijos, amortización instantánea de los gastos de exploración, etc.

Luego, hay otro conjunto de impuestos para los que se puede usar el nombre genérico de *royalties* o regalías mineras. Estos pueden ser de tres tipos: específicos, cuando su base imponible es la unidad de volumen o peso del mineral extraído; *ad valorem*, cuando la base imponible es el valor del mineral extraído o vendido; o sobre utilidades, cuando se aplican sobre la utilidad o algún concepto de ingresos netos de costos de producción.

Finalmente, algunos países han diseñado impuestos en los cuales la base imponible es una estimación de la renta económica. Para ello existen diversas alternativas metodológicas, que apuntan a deducir de la utilidad el costo de oportunidad del capital invertido.

e) ¿Qué es un *royalty* o regalía?

No existe una definición única de lo que se entiende por un *royalty*. Los impuestos especiales a la minería adoptan diversas formas y no siempre hay consenso respecto de si un determinado gravamen corresponde o no a un *royalty*.

Para fines prácticos, se considera aquí que un *royalty* o regalía es cualquier impuesto que exhibe uno o más de los siguientes atributos:

- La ley que crea el impuesto lo llama *royalty* (o regalía).
- La intención del impuesto es realizar un pago al propietario del mineral como compensación por transferir al contribuyente la propiedad de ese mineral o el derecho a vender ese mineral.
- La intención del impuesto es cobrar al productor del mineral por el derecho a extraerlo.
- El impuesto es especial para la actividad minera y no se aplica a otras industrias.

f) Transparencia del régimen fiscal

Para la buena gobernanza del sector minero y la credibilidad en el régimen fiscal, es fundamental la transparencia fiscal y la rendición de cuentas. En particular, la transparencia reduce las oportunidades de corrupción y la mala administración de los fondos públicos, e incentiva la participación de la sociedad

civil en los procesos de elaboración de decisiones públicas. A su vez, esta participación puede contribuir a la construcción de un régimen fiscal más sólido y a una mayor aceptación por parte de la ciudadanía y las partes interesadas.

B. Lección 2: instrumentos y buenas prácticas de tributación y transparencia

1. ¿Cuáles son los instrumentos de tributación para el sector minero?

A continuación, se presentarán los principales instrumentos de tributación aplicados sobre el sector minero. Esto son: el impuesto sobre utilidades, los *royalties* o regalías y los impuestos a la renta económica.

a) Impuesto sobre las utilidades (ISU)

El ISU de las empresas normalmente consiste en una tasa plana que se aplica sobre la utilidad tributable de cada año. Aunque la mayoría de los países no discrimina por sector económico, unos pocos aplican a la industria extractiva una tasa mayor a la estándar, como una forma de capturar una mayor proporción de las rentas económicas. Este es el caso, por ejemplo, de Ghana (35% minería vs 25% otros sectores) y Trinidad y Tobago (50% minería vs 30% otros sectores).

Muchos países ofrecen beneficios tributarios a través del ISU, con el propósito de atraer inversiones mineras. Estos beneficios pueden tomar la forma de exenciones, deducciones, diferimientos o créditos. Entre los beneficios aplicados, destacan los siguientes:

- **"Tax Holiday".** Consiste en la exención del ISU durante un período determinado. Su utilización ha disminuido debido a su ineficiencia, pues favorece más a aquellas inversiones con alta rentabilidad que se habrían llevado a cabo aún sin contar con el beneficio. Además, favorece esquemas de planificación tributaria dirigidos a eludir o evadir el ISU de empresas relacionadas que no gozan del beneficio.
- **Arrastre de pérdidas tributarias.** Casi todos los países permiten que las pérdidas tributarias del período puedan ser rebajadas de las utilidades que se obtengan en los períodos futuros. Este es un beneficio valioso para las empresas mineras, que tienen pérdidas en los primeros años de explotación o bien durante aquellos períodos en los que los precios están bajos. Algunos países ponen un límite al arrastre de pérdidas (por ejemplo, 5 años en Argentina y Ecuador, y 12 años en Colombia), mientras que otros permiten el arrastre infinito (por ejemplo, Brasil, Chile y Perú). Algunos países ponen límites a la utilidad de cada año que puede ser absorbida por pérdidas acumuladas (por ejemplo, 50% en Brasil y 30% en Perú). Otros otorgan a las empresas del sector minero un plazo mayor que a otras actividades para deducir pérdidas.
- **Gastos de exploración.** Con el ánimo de incentivar las exploraciones, muchos países permiten que los gastos asociados a esta actividad se deduzcan de la base imponible en el año en que se incurren. Otros obligan a activarlos⁶⁶ para, posteriormente, permitir su amortización, una vez que se comienza la etapa de explotación. Evidentemente, para los inversionistas es preferible la primera alternativa, pues permite diferir el pago de impuestos.
- **Depreciación acelerada.** La explotación de un yacimiento requiere de una alta inversión en activos especializados. Es frecuente que los países otorguen incentivos por la vía de permitir que esos activos se deprecien en un tiempo menor a su duración efectiva. Esto permite una postergación del impuesto a la renta, lo que eleva la rentabilidad del proyecto, haciéndolo más atractivo para el inversionista.

⁶⁶ Activar un gasto significa registrarlo contablemente como un activo (bien o derecho) de la empresa, para luego transformarlo paulatinamente en gasto, en los años siguientes, mediante algún método de amortización.

- **Deducciones por agotamiento.** La adquisición de derechos de explotación por parte de una empresa minera a un tercero supone, en términos contables, la incorporación de un activo. En estos casos, es común que se permita transformar ese activo paulatinamente en gasto a través de un proceso de agotamiento, esto es, a la misma tasa en que se van extrayendo las reservas de mineral.

b) **Royalties o regalías**

En las legislaciones de los países mineros es posible encontrar tres tipos de *royalties*: específicos (por unidad de producto); *ad valorem* sobre el valor del producto; y sobre utilidades. Cada uno de ellos puede tener distintas variantes.

i) **Royalties específicos**

Consiste en una tarifa cobrada por unidad de volumen o peso. Por ejemplo, en el estado de Western Australia se aplica un *royalty* específico a los minerales industriales y de construcción de bajo valor, cuya tasa es de 0,73 o 1,17 dólares australianos por tonelada, dependiendo del tipo de mineral.

Este tipo de *royalties* se aplican con mayor frecuencia a minerales industriales (arena, arcilla, gravilla, piedra caliza, entre otros) o a los que se venden a granel (carbón, mineral de hierro, sal, fosfato, azufre, etc.). Su aplicación es más sencilla que la de otros métodos, pues no depende del precio, los costos de producción u otros valores que pueden ser objeto de controversias (Otto y otros, 2006).

Los *royalties* específicos no son fáciles de aplicar a productos minerales no homogéneos, como puede ser el caso del concentrado de cobre que, además, contiene otros minerales, como zinc, plomo, oro o molibdeno, cada uno con un valor muy diferente.

ii) **Royalties *ad valorem***

En este caso, la base imponible es el valor del mineral extraído o vendido, sobre el cual se aplica una tasa que puede ser plana o variable. Respecto de la tasa variable, ésta puede crecer en función de la producción total de la mina, o bien, en función del precio de mercado del mineral.

Aquí, es importante definir cómo se calcula el valor del mineral. Algunos países usan el valor contable, es decir, aquel que consta en las facturas o en las declaraciones de exportación (valor *Free on Board* o FOB). Otros, para prevenir la posible evasión vía precios de transferencia, prefieren usar un precio objetivo de referencia, por ejemplo, los precios de cotización diaria de la Bolsa de Metales de Londres. Esta alternativa por ahora no es aplicable al litio, puesto que este metal o los productos o compuestos del metal (carbonato, hidróxido, etc.) no se cotizan en bolsas, aunque hay índices de referencia (véase el capítulo II).

Un *royalty* con tasa plana sobre los ingresos brutos es relativamente fácil de fiscalizar. Sin embargo, cuando los *royalties* son parte importante del régimen fiscal, los esquemas tienden a volverse más complejos, pues comienzan a modificarse para que respondan mejor a la rentabilidad de cada empresa, usando indicadores sustitutos como el precio, la ubicación o el nivel de producción (FMI, 2012). Algunos países establecen tasas de *royalties* que varían en función del precio del mineral, como una forma de recaudar más cuando las empresas reciben mayores rentas.

iii) **Royalties sobre utilidad**

Varios países tienen *royalties* cuya base imponible son las utilidades, esto es: los ingresos brutos menos los costos de operación, depreciación de activos de capital, gastos de exploración y gastos de desarrollo, así como de los gastos de posproducción, tales como transporte, fundición y refinación.

En el cuadro V.1, se presentan ejemplos de los tipos de *royalties* aplicados en distintos países productores de litio.

Cuadro V.1
Ejemplos de *royalties* aplicados a la extracción de litio

País	Royalty
Australia (Western Australia)	5% <i>ad valorem</i> para el concentrado de litio. Si se vende a una empresa relacionada o se usa como materia prima para producir hidróxido o carbonato de litio, se determina un método para calcular el valor de la regalía, usando precios comparables para concentrados de la misma o similar calidad.
Argentina	3% <i>ad valorem</i> sobre el valor en boca de mina.
Brasil	2% <i>ad valorem</i> sobre los ingresos por ventas brutos.
Canadá (Quebec)	Royalty sobre utilidades con tasas entre 16% y 28%, dependiendo del margen de ganancia. Además, contempla un impuesto mínimo de entre 1% y 4% de las ventas.
Chile	<i>Ad valorem</i> progresivo, con tasas marginales entre 6,8% y 40%, dependiendo del precio de venta. Sobre el resultado operacional, 5%-14% de acuerdo con el margen operacional porcentual.
China	Precio ofrecido por el adjudicatario si los derechos mineros se asignan mediante licitación; o una valoración de referencia de mercado si son cedidos sin licitación. Además, hay un impuesto a los recursos, que es una tasa <i>ad valorem</i> (1% a 12%).
Namibia	2% del valor de mercado del mineral exportado.
Zimbabue	2% del valor de mercado del mineral exportado.

Fuente: Elaboración propia.

c) Impuestos sobre la renta económica

En las últimas décadas, ha habido una tendencia a emigrar, primero, desde los *royalties* específicos hacia los *ad valorem* y, luego, desde los *royalties ad valorem* hacia otros basados en utilidades. Inclusive, dentro de estos últimos hay algunas experiencias de impuestos diseñados para gravar exclusivamente la renta económica. Varios de estos cambios se produjeron a partir de 2002, con el incremento explosivo de los precios de los minerales. Por ejemplo, Liberia introdujo un impuesto sobre la renta económica de los recursos, mientras que Mongolia y Zambia introdujeron impuestos sobre las ganancias imprevistas provocadas por los precios. Australia introdujo un impuesto a la renta económica de los recursos cuando se hizo evidente el superciclo, pero lo derogó poco después cuando los precios bajaron, lo que muestra que la tributación del sector de los minerales tiende a evolucionar reflejando el estado actual del ciclo económico.

La principal diferencia entre el ISU y el impuesto sobre las rentas económicas es que este último permite deducir como gasto el costo de oportunidad del capital de los inversionistas. De esta forma, la base imponible es la ganancia extraordinaria, es decir, aquella que está por encima de la que exigen los inversionistas para entrar en el negocio. La literatura económica ofrece varios métodos para llevar a la práctica este objetivo, siendo las más relevantes las siguientes:

i) Deducción del costo del capital

La base imponible del impuesto es la utilidad de la empresa menos una deducción por el rendimiento exigido al capital invertido. Este método admite dos variantes: deducción del patrimonio neto de la empresa (ACE, por sus siglas en inglés) y del capital total de la empresa (ACC, por sus siglas en inglés).

En el método ACE se deduce una tasa de interés aplicada sobre el patrimonio contable neto de la empresa al inicio de cada período. Esa tasa de interés debiera reflejar la rentabilidad exigida por los accionistas a una inversión con el mismo nivel de riesgo que el proyecto minero. El método ACC busca usar una tasa de interés que sea independiente de la estructura de financiamiento de la empresa. Dicha tasa se aplica sobre el valor contable de los activos a inicios de cada período. Esa tasa debería representar la rentabilidad exigida por los inversionistas a un activo con el mismo nivel de riesgos del proyecto minero, bajo el supuesto que se financia exclusivamente con capital propio. En este caso, los gastos financieros no deben ser deducidos en el cálculo de la base imponible. El impuesto especial sobre hidrocarburos que rige en Noruega es una aproximación a este método.

ii) El impuesto Brown

Propuesto por E. Cary Brown, este impuesto corresponde a una tasa plana aplicada sobre el flujo de caja anual, esto es, los ingresos totales menos los desembolsos totales por concepto de gastos e inversiones de capital (Brown, 1948). Se supone que el proyecto se financia con capital propio, por lo que los flujos

por préstamos y gastos financieros no se consideran. En los períodos en que se realizan las inversiones el flujo de caja será negativo, correspondiendo que el Estado entregue un subsidio a la empresa, igual a la tasa del impuesto sobre el flujo de caja. En los años en que el flujo de caja sea positivo, la empresa pagará impuestos al Estado. Esta propuesta busca simplificar el cálculo de un impuesto sobre la renta económica, pues no requiere hacer estimaciones del costo de oportunidad del capital del inversionista. Sin embargo, es políticamente poco viable, pues requiere que el Estado realice desembolsos importantes en la etapa de inversión de los proyectos mineros, con la incertidumbre de su recuperación futura.

iii) *Impuesto sobre la renta de los recursos (IRR)*

Propuesto por Garnaut y Clunies Ross (1975), esta alternativa vuelve viable el impuesto Brown, al reemplazar el subsidio al inversionista por la posibilidad de deducir los flujos de caja negativos en los períodos siguientes, reajustados por una tasa de interés. Es decir, mientras el flujo de caja sea negativo, no habrá pago de impuestos. El impuesto comenzará a pagarse cuando los flujos de caja positivos superen a los flujos de caja negativos acumulados y reajustados por la tasa de interés. Australia usa este esquema en minería e hidrocarburos, mientras que Angola lo aplica en contratos de producción compartida.

iv) *Impuesto sobre las ganancias extraordinarias (IGE)*

Este impuesto es similar al IRR, pero no considera el reajuste a los flujos de caja negativos acumulados. Se comienza a pagar impuestos cuando el cociente entre los ingresos y los costos acumulados (factor R) es mayor que 1.

2. Comparación entre impuestos

A continuación, se mostrará un ejemplo comparativo de los distintos tipos de impuestos a la renta económica, así como del ISU. Se supone un proyecto de sólo dos períodos. En el año 0 se invierten 1.000 unidades monetarias —que se amortizan completamente en el año 1— y, en el año 1, se reciben 1.150 unidades monetarias. La rentabilidad exigida por el inversionista para llevar a cabo el proyecto es de un 10%. Todos los impuestos se aplican con una tasa de 40%.

Si no existieran impuestos, la inversión tendría un Valor Actualizado Neto (VAN) de 45,5 unidades monetarias⁶⁷ (renta económica) y una rentabilidad de 15%⁶⁸. Nótese que el VAN representa la renta económica del proyecto.

Cuadro V.2
VAN y rentabilidad de caso sin impuestos

Sin Impuestos		
	Año 0	Año 1
Ingresos Netos		1 150
Inversión	-1 000	
Flujo de Caja	-1 000	1 150
VAN (10%)	45,5	
Rentabilidad (En porcentajes)	15,0	

Fuente: Elaboración propia.

Si se aplicara un ISU de 40%, el proyecto no se realizaría, pues el VAN es negativo y la rentabilidad es inferior al costo de oportunidad del inversionista (10%).

⁶⁷ Se calcula descontando al 10% el flujo del año 1, es decir, $-1000 + 1150/(1+10\%) = 45,5$.

⁶⁸ Para el caso de 2 períodos, la rentabilidad es la ganancia sobre la inversión. En este caso, se calcularía del siguiente modo: $(1150-1000)/1000 = 15\%$.

Cuadro V.3
VAN y rentabilidad de caso con ISU de 40%

ISU del 40%		
	Año 0	Año 1
Ingresos Netos		1 150
ISU		-60
Inversión	-1 000	
Flujo de Caja	-1 000	1 090
VAN (10%)	-9,1	
Rentabilidad (En porcentajes)	9,0	
Cálculo del impuesto:		
+ Ingresos Netos		1 150
+ Depreciación		-1 000
= Utilidad		150
ISU (40%)		60

Fuente: Elaboración propia

Con el Impuesto Brown, el ACE/ACC y el IRR el VAN se reduce a 27,3, es decir, el Estado se queda con el 40% de la renta económica.

Cuadro V.4
VAN y rentabilidad de caso con ACE/ACC de 40%

ACE/ACC del 40%		
	Año 0	Año 1
Ingresos Netos		1 150
ACE/ACC		-20
Inversión	-1 000	
Flujo de Caja	-1 000	1 130
VAN (10%)	27,3	
Rentabilidad (En porcentajes)	13,0	
Cálculo del impuesto:		
+ Ingresos Netos		1 150
+ Depreciación		-1 000
+ Costo del capital		-100
= Utilidad		50
ACE/ACC (40%)		20

Fuente: Elaboración propia

Cuadro V.5
VAN y rentabilidad de caso con impuesto Brown de 40%

Impuesto Brown del 40%		
	Año 0	Año 1
Ingresos Netos		1 150
Inversión	-1 000	
Flujo de Caja	-1 000	1 150
I. Brown	400	-460
Flujo de Caja Neto	-600	690
VAN (10%)	27,3	
Rentabilidad (En porcentajes)	15,0	
Cálculo del impuesto:		
I. Brown (40%)	-400	460

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro V.6
VAN y rentabilidad de caso con IRR de 40%

IRR del 40%		
	Año 0	Año 1
Ingresos Netos		1 150
IRR		-20
Inversión	-1 000	
Flujo de Caja	-1 000	1 130
VAN (10%)	27,3	
Rentabilidad (En porcentajes)	13,0	
Cálculo del impuesto:		
+ Ingresos Netos		1 150
+ Inversión	-1 000	
+ Pérdida ajustada		-1 100
= Flujo antes de impuestos	-1 000	50
IRR (40%)	0	20

Fuente: Elaboración propia.

Es interesante notar que con el Impuesto Brown el VAN se reduce, pero la rentabilidad es la misma que cuando no hay impuestos. Por ello, se dice que este impuesto es equivalente a que el Estado participe como socio silencioso del proyecto, en este ejemplo, aportando un 40% de la inversión y llevándose el 40% de las ganancias. También, es fácil verificar que, si en las alternativas ACE/ACC e IRR se aplicara un impuesto de 100%, el Estado se llevaría toda la renta, pero el proyecto se realizaría igual, pues el inversionista recibiría la rentabilidad exigida de 10%.

3. Buenas prácticas en tributación minera

A la luz de los atributos deseables para un régimen fiscal de la minería, se puede decir que el *royalty* específico es el que garantiza el flujo de ingresos más estable, y a partir del primer año de la explotación, pues es independiente del ciclo de precios del mineral o de la estructura de costos de la empresa minera. Pero, por otro lado, el Estado no se beneficiará de las utilidades extraordinarias que logren las empresas en la parte alta del ciclo de precios y, en general, obtendrá una proporción relativamente baja de las rentas económicas de los proyectos más rentables.

Le sigue el *royalty ad valorem*, que también asegura una recaudación fiscal en todos los años que dure la explotación del yacimiento. Sin embargo, en este caso, la misma está sujeta a las fluctuaciones del precio del mineral. A su vez, el ISU, los *royalties* basados en utilidades y los impuestos sobre las rentas económicas no producirán recaudación en los períodos en que la empresa tenga pérdidas. Sin embargo, ello se compensará con mayores ingresos tributarios en períodos de mayores utilidades y altos precios del mineral.

Los *royalties* específicos y *ad valorem* son los más débiles en términos de eficiencia económica, puesto que son equivalentes a un costo de producción adicional, que se debe desembolsar aún en el caso de que las empresas mineras tengan pérdidas. Esto se traduce en que la rentabilidad de un proyecto minero será menor que en la alternativa sin *royalty*, por lo que algunos proyectos de menor rentabilidad no se llevarán a cabo.

En el otro extremo, se encuentran los impuestos sobre la renta económica, que como se sabe, sólo gravan las ganancias superiores a las normales, por lo que en teoría no afectan las decisiones de exploración, desarrollo y explotación minera, excepto por competitividad en relación con otros países mineros. En una posición intermedia se encuentran los *royalties* basados en las utilidades y el ISU, ya que el pago de impuestos varía proporcionalmente con la rentabilidad del proyecto.

Respecto de la eficiencia administrativa, los países con administraciones tributarias más débiles tienden a privilegiar impuestos más simples de fiscalizar, como los *royalties* específicos y *ad valorem*. Los primeros requieren fiscalizar solamente que las empresas declaren correctamente las toneladas y el tipo de mineral extraído. Los segundos requieren, además, verificar que la valoración de esas toneladas sea la correcta. Las alternativas de *royalties* sobre utilidades e impuestos sobre la renta económica son más complejas para la administración tributaria, pues requieren además fiscalizar los costos para evitar que sean incrementados artificiosamente. Por su parte, las asimetrías de información juegan a favor de las empresas mineras, pues son las que conocen los verdaderos costos de producción. Algunos especialistas señalan correctamente que los impuestos que se basan en el flujo de caja, como el impuesto Brown, el IRR y el IGE son algo más sencillos, pues no tienen en cuenta la depreciación de los activos de capital ni otras complejidades que se derivan de la aplicación del principio contable del devengado.

Desde el punto de vista del criterio de equidad, es especialmente importante que la sociedad perciba que las empresas mineras pagan un volumen de impuestos acorde a las ganancias que perciben. Los impuestos sobre la renta económica y los *royalties* basados en utilidades responden bien a este requisito, pues son proporcionales e, incluso, pueden diseñarse como esquemas progresivos —es decir, se puede lograr que los pagos crezcan más que proporcionalmente con el incremento de las rentas económicas. Por el contrario, los *royalties* específicos y *ad valorem* son regresivos, pues mientras mayor es la renta obtenida, menor es la proporción de ella que se paga al Estado. A continuación, se muestra un ejemplo para ilustrar este punto.

Cuadro V.7
Ejemplo de progresividad de los instrumentos tributarios

	Mina de baja ley	Mina de alta ley
Ingresos	1 000	1 500
Costos	-900	-900
Renta económica	100	600
Royalty <i>ad valorem</i> (3%)	30	45
Porcentaje de la renta	30	8
Impuesto sobre la renta (30%)	30	180
Porcentaje de la renta	30	30

Fuente: Elaboración propia.

En virtud del análisis anterior, los especialistas consideran como una buena práctica en tributación minera para países en desarrollo una estructura tributaria que considere tres instrumentos:

- i) Un impuesto sobre las utilidades, para gravar la rentabilidad normal, igual que en todos los sectores.
- ii) Un *royalty ad valorem* de tasa baja, que permita recaudar desde el comienzo de la operación de un proyecto minero y también en aquellos años de precios bajos, cuando las empresas tienen pérdidas.
- iii) Un impuesto sobre la renta económica o un *royalty* sobre las utilidades, para extraer una mayor porción de la renta económica.

4. Buenas prácticas en transparencia fiscal

Para favorecer la credibilidad de la política fiscal y la buena gobernanza de la industria extractiva, resulta fundamental la transparencia fiscal, entendida como la difusión pública de información clara, confiable, oportuna, periódica y pertinente sobre las cuentas fiscales de un gobierno. La transparencia incentiva la participación de la sociedad civil en los procesos de elaboración de decisiones públicas. A su vez, la falta de transparencia puede derivar en corrupción, conflictos sociales y mayor desigualdad y pobreza.

La transparencia fiscal en la industria extractiva ha tenido avances importantes en los últimos quince años, en gran parte gracias a la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI, por sus siglas en inglés), impulsada por el Reino Unido desde el año 2002. Asimismo, el Fondo Monetario Internacional desarrolló en 2007 una Guía sobre la Transparencia de Ingresos de Recursos, que ha derivado recientemente en un nuevo cuarto pilar (Pilar IV) del Código de Transparencia Fiscal (CTF), dedicado a la gestión de los ingresos procedentes de los recursos naturales.

El Estándar EITI puede ser considerado un ejemplo de buenas prácticas en cuanto a transparencia en la explotación de recursos mineros. Este estándar requiere información a lo largo de la cadena de valor de la industria extractiva, desde el punto de extracción hasta la distribución de los ingresos a través del gobierno. Se debe ofrecer información que ponga de manifiesto de qué manera los proyectos benefician al público. Esto incluye la forma en que se asignan y registran las licencias y los contratos, quiénes son los propietarios beneficiarios de esas operaciones, cuáles son las disposiciones fiscales y jurídicas, cuánto se produce, cuánto se paga, dónde se asignan esos ingresos y cuál es la contribución a la economía, incluido el empleo.

En la actualidad, hay 11 países de la región que adhieren al Estándar EITI, con distintos grados de avance respecto de los requerimientos. Estos son: Trinidad y Tobago con progreso alto; Perú con progreso satisfactorio; Argentina, Colombia y República Dominicana con progreso moderado; Guyana con progreso bastante bajo; Guatemala, Honduras, México y Surinam que por el momento están suspendidos temporalmente⁶⁹; y Ecuador que todavía no ha sido evaluado. Asimismo, Chile, recientemente, declaró públicamente su intención de adherir al Estándar.

Recuadro V.1 **Estudio de caso 1: el estándar EITI**

La transparencia fiscal en el sector minero ha tenido avances importantes en los últimos veinte años. En gran parte, ello se debe a la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI, por sus siglas en inglés) impulsada por los "Principios del EITI"^a, que fueron acordados por un grupo diverso de países, empresas y organizaciones de la sociedad civil cuando se fundó el EITI en 2003. Los principios del EITI constituyen los fundamentos de la iniciativa.

El Estándar EITI establece los "Requisitos EITI" tanto para los países implementadores del EITI como para las empresas de petróleo, gas y minería que operan en estos países. Un grupo multipartícipe nacional, compuesto por representantes del gobierno, la industria y la sociedad civil, supervisa la implementación del EITI y establece objetivos que reflejan las prioridades nacionales para la gestión del sector extractivo.

El Estándar EITI puede ser considerado un ejemplo de buenas prácticas en cuanto a transparencia en la explotación de recursos mineros. Este Estándar requiere que los países adheridos preparen informes anuales con datos e información referentes a la cadena de valor de la industria extractiva, desde el punto de extracción hasta la distribución de los ingresos a través del gobierno, indicando cómo la industria beneficia al público. Esto incluye la forma en que se asignan y registran las licencias y los contratos, quiénes son los propietarios beneficiarios de esas operaciones, cuáles son las disposiciones fiscales y jurídicas, cuánto se produce, cuánto se paga, dónde se asignan esos ingresos y cuál es la contribución a la economía, incluido el empleo.

Respecto de la recaudación de ingresos tributarios, el estándar requiere que se haga una conciliación exhaustiva de los pagos informados por las empresas de las industrias extractivas y los ingresos registrados por gobierno procedentes. Además, se solicita divulgar información sobre los ingresos totales recibidos por cada uno de los impuestos, derechos o beneficios, desglosados por empresa y por entidad del gobierno.

Los Requisitos EITI pueden ser de tipo obligatorio, esperado o alentado. Son requisitos mínimos y se alienta a los países implementadores a ir más allá, siempre y cuando las partes interesadas lo consideren adecuado^b. A continuación se muestra un resumen de los objetivos de los Requisitos EITI. Estos objetivos demuestran el alcance del Estándar en su búsqueda de aumentar la comprensión pública sobre el impacto de la transición energética en los sectores del petróleo, el gas y la minería, y proveer información para la formulación de políticas.

⁶⁹ Los países adheridos pueden ser suspendidos temporalmente si no cumplen con los plazos de presentación de informes, si no progresan adecuadamente en la aplicación del Estándar o si no cumplen los requisitos del Estándar sobre la participación de las partes interesadas.

Resumen de los objetivos de los Requisitos EITI

1. Supervisión por parte del grupo multipartípite

1.1. Compromiso del gobierno

Garantizar un liderazgo gubernamental pleno, activo y efectivo para la implementación del EITI, tanto por medio del liderazgo político de alto nivel como del involucramiento operativo, con el fin de facilitar todos los aspectos de la implementación del EITI.

1.2. Participación de las empresas

Garantizar que las empresas extractivas participen plena, activa y efectivamente en el EITI, tanto en términos de divulgación como de participación en el trabajo del grupo multipartípite, y que el gobierno garantice un contexto propicio para que esto ocurra. Este requisito pretende garantizar que las empresas que presentan información y participan en el EITI alineen sus prácticas con los principios de buena gobernanza previstos en las "Expectativas para las empresas que apoyan al EITI".

1.3. Participación de la sociedad civil

Garantizar que la sociedad civil participe plena, activa y efectivamente en el proceso EITI, y que exista un contexto propicio para que esto ocurra. La participación activa de la sociedad civil en el proceso EITI es clave para asegurar que la transparencia creada por el EITI pueda conducir a una mayor rendición de cuentas y a una mejor gobernanza de los recursos de petróleo, gas y minerales.

1.4. Grupo multipartípite

Asegurar que exista un grupo multipartípite independiente que pueda ejercer una supervisión activa y significativa de todos los aspectos de la implementación del EITI de manera que le permita equilibrar los intereses de los tres principales grupos constituyentes (el gobierno, el sector y la sociedad civil) y llegar a decisiones de manera consensuada.

1.5. Plan de trabajo, seguimiento y revisión

Establecer un ciclo consultivo de planificación y monitoreo del trabajo que garantice la relevancia y la rendición de cuentas de la implementación del EITI ante las partes interesadas nacionales y, de esta forma, ayude al EITI a lograr resultados e impactos relevantes.

2. Marco legal e institucional, contratos y licencias

2.1. Marco legal y régimen fiscal

Garantizar la comprensión por parte del público de todos los aspectos del marco regulatorio para las industrias extractivas, incluidos el marco legal, el régimen fiscal, el papel de las entidades gubernamentales y las reformas, así como las leyes y reglamentos vinculados a los riesgos de corrupción en el sector extractivo.

2.2. Otorgamiento de contratos y licencias

Proporcionar un resumen general público de las adjudicaciones y transferencias de licencias de petróleo, gas y mineras, de los procedimientos reglamentarios para la adjudicación y la transferencia de licencias y de si estos procedimientos se respetan en la práctica. Gracias a lo anterior, las partes interesadas pueden identificar y abordar posibles debilidades en el proceso de adjudicación de licencias, incluidas aquellas que hacen que estos procesos sean vulnerables a la corrupción.

2.3. Registro de licencias^c

Garantizar el acceso público a información exhaustiva sobre los derechos de propiedad relacionados con los depósitos y proyectos extractivos.

2.4. Contratos y licencias

Garantizar el acceso público a todas las licencias y los contratos sobre los que se asientan las actividades extractivas (al menos a partir de 2021) como base para la comprensión pública de los derechos y obligaciones contractuales de las empresas que operan en las industrias extractivas del país. Este requisito, además, apunta a garantizar que la divulgación de los contratos esté contribuyendo a la capacidad de las partes interesadas para monitorear el cumplimiento de las obligaciones contractuales.

2.5. Beneficiarios reales^d

Permitir que el público sepa quiénes son en última instancia los propietarios y los que tienen el control de las empresas que operan en las industrias extractivas del país, en especial las identificadas por el grupo multipartípite como de alto riesgo, para contribuir a desalentar las prácticas inadecuadas y corruptas en la gestión de los recursos extractivos y ayudar a mantener un seguimiento de la titularidad de las personas expuestas políticamente.

2.6. Participación estatal

Garantizar un mecanismo eficaz para la transparencia y la rendición de cuentas de las empresas de titularidad estatal (ETE)^e y la participación del Estado de manera más amplia, a través de la comprensión pública sobre si la gestión de las ETE se lleva a cabo de conformidad con el marco regulatorio pertinente. Esta información sirve de punto de partida para lograr la mejora continua de la contribución de las ETE a la economía nacional, ya sea desde el punto de vista financiero, económico o social, y fortalece la comprensión del grado en que las decisiones de inversión de las ETE se ajustan a los intereses públicos a largo plazo.

3. Exploración y producción

3.1. Actividades de exploración.

Garantizar el acceso del público a un resumen general del sector extractivo del país y su potencial, incluidas las actividades de exploración importantes recientes, en curso y previstas.

3.2. Datos de producción

Garantizar la comprensión pública de los niveles de producción y la valoración de la producción de los productos básicos de la industria extractiva como base para evaluar los ingresos públicos previstos de las industrias extractivas y la posibilidad de que ocurran pérdidas de ingresos públicos vinculadas a volúmenes de producción no informados.

3.3. Datos de exportación

Garantizar la comprensión pública de los niveles de exportación y el valor de las exportaciones de los productos básicos de la industria extractiva como base para evaluar los ingresos públicos previstos de las industrias extractivas y la posibilidad de que ocurran pérdidas de ingresos públicos vinculadas a volúmenes de exportación no informados.

3.4. Emisiones de gas de efecto invernadero

Se alienta a las empresas a divulgar las emisiones de gas de efecto invernadero en línea con las principales normas de divulgación existentes. Se alienta al grupo multipartícipe a solicitar las divulgaciones desagregadas cuando sea factible.

4. Recaudación de ingresos

4.1. Divulgación exhaustiva de los impuestos y los ingresos

Asegurar la divulgación exhaustiva de los pagos de las empresas y/o los ingresos del gobierno procedentes del petróleo, el gas y la minería como base para una comprensión pública detallada de la contribución de las industrias extractivas a los ingresos del gobierno.

4.2. Venta de la participación estatal en la producción u otros ingresos en especie

Garantizar la transparencia de los ingresos en especie por la venta de minerales, petróleo y gas para permitir al público evaluar si los valores de venta corresponden a los valores de mercado, y garantizar la trazabilidad de los ingresos procedentes de la venta de esos productos hacia el Tesoro nacional. declarar los volúmenes vendidos y los ingresos recibidos, desglosados por comprador individual y según el tipo de producto, precio, mercado y volumen de ventas.

4.3. Provisiones de infraestructura y acuerdos de permuta

Garantizar la comprensión pública de las provisiones de infraestructura y acuerdos de permuta, incluidos los préstamos respaldados por recursos, que otorgan una participación significativa de los beneficios gubernamentales de un proyecto extractivo, proporcional a otros pagos en efectivo por parte de las empresas y a los ingresos gubernamentales procedentes del petróleo, el gas y la minería, como base de comparación con acuerdos convencionales.

4.4. Ingresos por transporte

Garantizar la transparencia de los ingresos del gobierno y de las empresas de titularidad estatal (ETE) procedentes del tránsito de petróleo, gas y minerales como base para promover una mayor rendición de cuentas en los acuerdos de transporte de materias primas de la industria extractiva en los que participen el Estado o las ETE.

4.5. Transacciones relacionadas con las empresas de titularidad estatal (ETE)

Garantizar la trazabilidad de los pagos y transferencias que implican a las empresas de titularidad estatal (ETE), así como reforzar la comprensión pública de si los ingresos devengados por el Estado efectivamente son transferidos al Estado y del nivel de apoyo financiero del Estado a las empresas de titularidad estatal.

4.6. Pagos subnacionales

Permitir a las partes interesadas comprender los beneficios que obtienen los gobiernos locales gracias a la transparencia en los pagos directos de las empresas a las entidades subnacionales y fortalecer la supervisión pública de la gestión de los ingresos del sector extractivo generados internamente por los gobiernos subnacionales.

4.7. Nivel de desglose

Asegurar el desglose en la divulgación pública de los pagos a empresas y de los ingresos del gobierno procedentes del petróleo, el gas y la minería, que permita al público evaluar hasta qué punto el gobierno puede monitorear sus ingresos según lo definido por su marco legal y fiscal, y que el gobierno reciba lo que debería de cada proyecto extractivo individual⁶.

4.8. Puntualidad de datos

Garantizar que la divulgación pública de los pagos a empresas y de los ingresos del gobierno procedentes del petróleo, el gas y la minería sea lo suficientemente oportuna como para ser pertinente a fin de contribuir al debate público y a la formulación de políticas.

4.9. Calidad y garantía de datos

Asegurar que se hayan tomado las medidas adecuadas para garantizar la fiabilidad de las divulgaciones de los pagos a empresas y/o de los ingresos gubernamentales procedentes del petróleo, el gas y la minería. El objetivo es que el EITI contribuya al fortalecimiento de los sistemas y prácticas rutinarias de auditoría y garantía de empresas y gobiernos, de modo que las partes interesadas puedan confiar en la fiabilidad de los datos financieros sobre pagos e ingresos, y de los demás datos de las industrias extractivas.

4.10. Costos de los proyectos

Mejorar la comprensión pública acerca de los costos de exploración y producción en el sector extractivo del país y de las políticas y prácticas gubernamentales que tienen por objeto mantener un seguimiento de los costos de las empresas.

5. Gestión y distribución de ingresos

5.1. Distribución de ingresos

Garantizar la trazabilidad de los ingresos extractivos hasta el presupuesto nacional y garantizar el mismo nivel de transparencia y rendición de cuentas de los ingresos del sector extractivo que no están incluidos en el presupuesto nacional.

5.2. Transferencias subnacionales

Permitir que las partes interesadas a nivel local evalúen si la transferencia y gestión de las transferencias subnacionales de ingresos del sector extractivo están en consonancia con los derechos legales.

5.3. Información adicional sobre la gestión de ingresos y gastos

Fortalecer la supervisión pública de la gestión de los ingresos del sector extractivo, el uso de estos para financiar gastos públicos específicos y los supuestos en que se basa el proceso presupuestario, incluyendo las consideraciones relacionadas con la sostenibilidad de los ingresos.

6. Gasto social y económico

6.1. Gastos sociales y pagos ambientales

Facilitar la comprensión pública de las contribuciones sociales y ambientales de las empresas del sector extractivo y proporcionar una base para evaluar el cumplimiento por parte de estas empresas de sus obligaciones legales y contractuales de asumir gastos sociales y ambientales.

6.2. Gastos cuasifiscales⁹

Garantizar que cuando las empresas de titularidad estatal (ETE) realicen gastos financiados con fondos procedentes del sector extractivo en nombre del gobierno que no se reflejan en el presupuesto nacional, estos se divulguen para garantizar la rendición de cuentas con respecto a su gestión.

6.3. Contribución del sector extractivo a la economía

Garantizar una comprensión pública de la contribución de las industrias extractivas a la economía nacional y del nivel de dependencia de los recursos naturales en la economía.

6.4. Impacto ambiental y social de las actividades extractivas

Proporcionar una base para que las partes interesadas evalúen la adecuación del marco regulatorio y los esfuerzos de seguimiento a fin de gestionar el impacto ambiental y social de las industrias extractivas, y evaluar el cumplimiento de las obligaciones ambientales y sociales por parte de las empresas extractivas.

7. Resultado e impacto

7.1. Debate público

Favorecer un debate público basado en pruebas sobre la gobernanza de las industrias extractivas—incluidos los riesgos de corrupción, la transición energética, el género y la recaudación de ingresos— mediante la comunicación activa de datos relevantes a las partes interesadas principales de manera que sean accesibles y reflejen las necesidades de las partes interesadas.

7.2. Accesibilidad y apertura de datos

Favorecer un uso y un análisis más amplios de la información sobre las industrias extractivas mediante la publicación de información en formatos de datos abiertos e interoperables.

7.3. Recomendaciones de la implementación del EITI

Garantizar que la implementación del EITI sea un proceso de aprendizaje continuo que contribuya a la formulación de políticas, asegurándose de que el grupo multipartípite considere con regularidad las conclusiones y recomendaciones del proceso EITI y que actúe según las recomendaciones que considere prioritarias (véase el Requisito 1.5).

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de EITI (2023), El estándar EITI 2023. El estándar global para la buena gobernanza del petróleo, gas y recursos minerales, Oslo: Extractive Industries Transparency Initiative, 2023.

^a Los "Principios EITI" pueden consultarse en EITI (2023), El estándar EITI 2023. El estándar global para la buena gobernanza del petróleo, gas y recursos minerales. Oslo: Extractive Industries Transparency Initiative, 2023.

^b Los Requisitos EITI: obligatorios, esperados y alentados, pueden consultarse en Ibidem.

^c El término "licencia" se refiere a cualquier licencia, arrendamiento, título, permiso, contrato o concesión mediante el cual el gobierno otorga a uno o más individuos o empresas los derechos para explorar o explotar los recursos de petróleo, gas y/o minerales.

^d El término "beneficiario real" de una empresa indica la(s) persona(s) física(s) que, en última instancia, directa o indirectamente, es titular de la entidad corporativa o la controla.

^e Para fines de la implementación del EITI, una empresa de titularidad estatal (ETE) es una empresa con participación total o mayoritaria del gobierno que participe en actividades extractivas en nombre del gobierno.

^f Un "proyecto" se define como un conjunto de actividades operativas regidas por un único contrato, licencia, arrendamiento, concesión o acuerdo legal similar, y constituye la base para las obligaciones de pago hacia un gobierno.

^g Los "gastos cuasifiscales" incluyen los acuerdos por los cuales las empresas de titularidad estatal asumen gastos sociales (como los pagos por servicios sociales, infraestructura pública, subvenciones a los combustibles y servicio de la deuda nacional, etc.) fuera del proceso presupuestario nacional.

C. Lección 3: estimación de la renta del litio

En esta sección, se presentará una metodología para estimar la renta económica del litio, que se aplicará a los casos de Argentina y Chile⁷⁰. En general, la renta económica de un proyecto litífero para un período se determina de la siguiente forma:

$$RE = (p - cu) * Q$$

Donde p es el precio de una unidad de carbonato de litio equivalente (LCE, por sus sigla en inglés) en los mercados internacionales; cu es el costo unitario de producción, que incluye el costo de oportunidad del capital y excluye las regalías, impuestos y cualquier otra transferencia obligatoria sin contraprestación; y Q es el volumen de producción de LCE.

Si la estimación se hace a partir de la información de los estados financieros de cada empresa, la fórmula en principio podría ser la siguiente:

$$RE = UAI - (P * Rp)$$

Donde UAi es la utilidad antes de impuestos, tomada del Estado de Resultados; P es el patrimonio a comienzos del período, obtenido del Balance; y Rp es la rentabilidad exigida por los accionistas para

⁷⁰ Esta estimación no incluye al Estado Plurinacional de Bolivia, por cuanto hasta la fecha dicho país sólo ha producido pequeñas cantidades carbonato de litio en una planta piloto y la planta industrial recién fue inaugurada en diciembre de 2023 y todavía no se tienen datos de su producción. Se proyecta que la planta iniciará sus operaciones con un 20% de su capacidad (MHE, 2023).

invertir en el proyecto minero. Sin embargo, esa fórmula tiene varias imprecisiones. En primer lugar, como se ha visto en el capítulo III, los precios promedios de las exportaciones de carbonato de litio de Argentina y Chile son siempre inferiores a los precios de mercado conocidos (por ejemplo, los precios promedio que surgen de los contratos de venta carbonato de litio en Estados Unidos, según lo reportado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por su sigla en inglés). Ello podría deberse a la fijación de precios de transferencia entre partes relacionadas, como podría ser el caso, por ejemplo, entre Minera del Altiplano S.A. y su casa matriz FMC Lithium. O bien, podría tratarse simplemente de condiciones de mercado, que obligan a las empresas a firmar contratos con precios más bajos. En cualquier caso, esto significa que una parte de la renta económica se traslada al exterior, por lo que considerar los precios informados por las mineras podría llevar a una subestimación de la renta económica.

Por otro lado, dada la multiplicidad de precios en la industria, que incluso puede deberse a las distintas calidades de los productos, valorar sin más la producción a los precios promedio que publica el USGS podría inducir a una sobrevaloración de las rentas económicas (véase el capítulo II). Por lo tanto, se optará por realizar dos mediciones, la primera considerando los precios informados por las mineras y la segunda considerando los precios promedio de Estados Unidos, de tal forma que el resultado corresponderá a un rango en el cual se podría ubicar la renta económica del litio en cada país.

En segundo lugar, está la dificultad de medir de manera precisa los costos. También a este nivel puede haber problemas de precios de transferencia entre partes relacionadas. El más importante es la subcapitalización, que consiste en que parte de la inversión se realiza mediante aportes de capital en la forma de préstamos efectuados por empresas relacionadas con la minera, con el propósito de aprovechar los beneficios tributarios de los intereses en relación con el pago de dividendos. Hay que evitar subestimar la renta como consecuencia del endeudamiento, lo que se logra considerando los flujos antes de la deducción de intereses. Sin embargo, el endeudamiento tiene el efecto de aumentar las rentas para los inversionistas, gracias al denominado “escudo tributario”, es decir al menor pago de impuestos derivado de la deducción como gasto de los intereses de la deuda. Este efecto se recoge mediante la determinación del costo promedio ponderado del capital (WACC, por sus siglas en inglés), el cual se aplica sobre el saldo anual de los activos, para determinar el costo del capital.

Por último, para no sobreestimar la renta económica es necesario deducir completamente los gastos de exploración —tanto los exitosos como los no exitosos. Este requisito queda cubierto al usar información de los estados financieros, pues las normas de contabilidad exigen que las empresas mineras reconozcan como gasto los desembolsos por labores exploración, independientemente del éxito de éstas, salvo cuando se transforman en un proyecto de explotación, en cuyo caso se activan y se amortizan a lo largo del período de explotación.

Considerando los ajustes anteriores, la renta económica, para una empresa que explota litio, se estimará de la siguiente forma:

$$RE^1 = (p^m - cu) * Q - A * WACC$$

$$RE^2 = (p^x - cu) * Q - A * WACC$$

Donde p^m es el precio promedio anual de los contratos de venta de carbonato de litio grado batería firmados en los Estados Unidos y divulgados por el USGS; p^x es el precio al que venden efectivamente las empresas mineras; cu es el costo unitario de producción, obtenido de los estados de resultados de las empresas mineras, sin considerar impuestos ni intereses; Q es la producción medida en LCE; A es el saldo de activos a comienzos de cada período; y $WACC$ es el costo promedio ponderado del capital, que refleja la rentabilidad exigida a las inversiones del proyecto minero, considerando su nivel de riesgo sistemático. El $WACC$ se puede estimar mediante el Modelo de Valoración de Activos de Capital (CAPM). Aplicando este modelo al sector minero a lo largo del período 2010-2020, se obtiene un $WACC$ de 12,2% en Argentina y 6,6% en Chile.

1. Estimaciones para Argentina

En Argentina hay dos empresas que explotan litio: Minera del Altiplano (Livent Corporation), con operaciones desde 1997, y Sales de Jujuy (un *joint venture* entre Allkem—antes Orocobre—, Toyota Tsusho y JEMSE), con operaciones desde 2016⁷¹. Una tercera empresa inició operaciones en junio de 2023, se trata de Minera EXAR, pero no se considera en la estimación⁷². Las principales fuentes de información fueron las siguientes:

- Estadísticas de exportación por producto (CIMA e INDEC).
- Estados financieros e informes de sostenibilidad de Allkem (Sales de Jujuy), para estimar costos antes de impuestos y activos.
- Estados financieros de Livent para determinar el volumen de activos en Argentina.

A continuación, se muestran los resultados de RE1, que valora la producción a precios de mercado. Las rentas económicas habrían alcanzado a US\$ 320 millones en 11 años.

Cuadro V.8
Argentina: estimación de las rentas económicas de la minería del litio,
valorando los ingresos a precios de mercado, 2010-2020
(En toneladas, en dólares por tonelada y en millones de dólares)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Acum.
Producción vendida (En toneladas)												
Cloruro de litio	7 222	4 377	4 384	5 072	7 548	5 858	6 277	4 539	5 005	4 284	4 836	59 402
Carbonato de litio	11 332	9 898	9 723	9 216	11 766	13 799	23 152	26 457	29 168	27 333	26 444	198 288
Producción vendida (LCE)	17 626	13 712	13 544	13 636	18 343	18 903	28 622	30 412	33 529	31 066	30 659	250 053
Precios (En dólares/tonelada)												
Carbonato de litio (grado batería Estados Unidos)	5 180	5 180	6 060	6 800	6 690	6 500	8 650	15 000	17 000	12 700	8 000	
Ingresos valorados a precio de mercado (En millones de dólares)	91,3	71,0	82,1	92,7	122,7	122,9	247,6	456,2	570,0	394,5	245,3	2 496,3
Costos (En millones de dólares)												
Operacionales	-55,5	-41,3	-38,2	-48,6	-87,5	-78,4	-122,2	-133,1	-167,1	-175,6	-167,9	-1 115,4
Costo de oportunidad del capital	-66,3	-63,9	-66,7	-64,0	-123,6	-106,0	-99,2	-98,1	-91,9	-125,3	-155,4	-1 060,6
Costos totales	-121,8	-105,3	-104,9	-112,6	-211,1	-184,4	-221,5	-231,2	-259,0	-300,9	-323,4	-2 176,0
Renta económica (En millones de dólares)	-30,5	-34,2	-22,8	-19,9	-88,4	-61,5	26,1	225,0	311,0	93,7	-78,1	320,3

Fuente: Jorratt (2022).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

En el cuadro V.9 se muestra cómo se han distribuido estas rentas económicas entre el Estado y las empresas privadas. El Estado se apropia de una parte de las rentas económicas a través de los impuestos aplicados a la actividad minera. No existen estadísticas oficiales de los impuestos pagados por ambas empresas durante todo el período analizado, por lo que la recaudación tributaria que se muestra corresponde más bien a una estimación. Dentro de los instrumentos tributarios para este fin se han incluido el ISU, los derechos de exportación, los pagos de seguridad social de cargo de las empresas y las regalías que cobran las provincias. Dicha recaudación se presenta neta de las transferencias que el Estado realiza a las empresas por concepto de reintegros a las exportaciones.

⁷¹ Allkem surgió de la fusión de Orocobre y Galaxy Resources en agosto de 2021. En diciembre de 2023, se estaba gestionando la fusión de Allkem con Livent para crear Arcadium Lithium.

⁷² Una cuarta empresa que iniciaría operaciones en 2024 es Eramine Sudamericana (subsidiaria del grupo Eramet).

En términos acumulados, se observa que el Estado se apropió de US\$ 88,3 millones, equivalentes a un 28% de la renta económica. Por su parte, el sector privado se apropió de US\$ 232 millones, que representan un 72% de las rentas económicas generadas durante el período.

En el cuadro V.10 se muestra la estimación de RE₂, valorando la producción a los precios declarados en las exportaciones. En este caso, los ingresos se reducen en un 58%, con lo cual ya no hay renta económica durante el período analizado, sino que se obtiene un resultado acumulado negativo de unos US\$ 730 millones. Es decir, el resultado operacional generado por las inversiones, que fue de US\$ 331 millones, no habría alcanzado a compensar la rentabilidad mínima exigida por los inversionistas.

2. Estimaciones para Chile

En Chile, hay dos empresas que producen compuestos de litio a partir de sus operaciones en el salar de Atacama: SQM Salar, con operaciones desde 1987, y Albemarle con operaciones desde 1980. Las principales fuentes de información fueron las siguientes:

- Estadísticas de exportación por producto (Aduanas).
- Estados financieros del holding SQM y SQM Salar, para calcular costo unitario antes de impuestos y activos por tonelada producida.

En el cuadro V.11, se muestran los resultados de RE₁, que valora la producción a precios de mercado. Las rentas económicas en Chile habrían alcanzado a US\$ 4.207 millones en 11 años.

En el cuadro V.12 se muestra cómo se han distribuido estas rentas económicas entre el Estado y las empresas privadas. El Estado se apropia de una parte de las rentas económicas a través de los impuestos aplicados a la actividad minera. Al igual que en la Argentina, en Chile no existen estadísticas oficiales de los impuestos pagados por ambas empresas durante todo el período analizado, por lo que la recaudación tributaria que se muestra corresponde más bien a una estimación. Dentro de los instrumentos tributarios para este fin se han incluido el ISU, el Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEM) y las regalías pagadas a CORFO.

En términos acumulados, se observa que el Estado se apropió de US\$ 1.508 millones, equivalentes a un 36% de la renta económica. Por su parte, el sector privado se apropió de US\$ 2.699 millones, que representan un 64% de la renta económica generada durante el período.

En el cuadro V.13, se muestra la estimación de RE₂, valorando la producción a los precios declarados en las exportaciones. En este caso, los ingresos se reducen en un 21%, con lo cual la renta económica acumuladas durante el período analizado habría sido de US\$ 2.617 millones, esto es, un 38% inferior a la estimación anterior. Si se considerara que esta cifra representa de mejor forma la verdadera magnitud de las rentas económicas, se concluiría que, respecto de su apropiación, un 58% quedó en manos del Estado y un 42% en manos del sector privado.

Cuadro V.9
Argentina monto y destino de las rentas económicas del litio
(En millones de dólares)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Acum.
Rentas económicas generadas	-30,5	-34,2	-22,8	-19,9	-88,4	-61,5	26,1	225,0	311,0	93,7	-78,1	320,3
Apropiación del Estado												
Impuesto sobre Utilidades	0,0	2,8	3,3	0,8	1,7	1,5	4,4	6,4	9,7	3,7	0,0	34,3
Derechos de exportación	3,6	2,7	2,9	3,1	4,1	4,5			5,3	10,3	5,0	41,5
Regalías provinciales	1,1	0,9	0,9	1,0	1,3	1,4	3,1	3,6	4,2	2,7	1,9	22,1
Seguridad social	1,4	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	2,3	2,1	5,7	2,9	2,3	22,9
Reintegro (3%)	-1,8	-1,4	-1,5	-1,5	-2,1	-2,3	-4,8	-6,4	-6,5	-2,5	-1,8	-32,4
Total	4,3	6,1	6,8	4,3	6,6	6,7	5,0	5,7	18,3	17,1	7,4	88,3
Apropiación empresa	-34,9	-40,3	-29,6	-24,3	-95,0	-68,2	21,1	219,2	292,7	76,6	-85,5	232,0

Fuente: Jorratt (2022).

Cuadro V.10
Argentina: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos
a precios declarados en la Aduana, 2010-2020
(En toneladas, en dólares por tonelada y en millones de dólares)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Acum.
Producción vendida (En toneladas)												
Cloruro de litio	7 222	4 377	4 384	5 072	7 548	5 858	6 277	4 539	5 005	4 284	4 836	59 402
Carbonato de litio	11 332	9 898	9 723	9 216	11 766	13 799	23 152	26 457	29 168	27 333	26 444	198 288
Producción vendida en LCE	17 626	13 712	13 544	13 636	18 343	18 903	28 622	30 412	33 529	31 066	30 659	250 053
Precios (En dólares/tonelada)												
Cloruro de litio	3 260	3 637	3 901	4 013	4 052	4 500	5 709	5 802	6 254	5 308	3 846	
Carbonato de litio	4 188	3 929	4 251	4 419	4 442	4 639	6 742	7 507	8 740	6 091	4 413	
Ingresos valorados a precio de refinado (En millones de dólares)												
Cloruro de litio	23,5	15,9	17,1	20,4	30,6	26,4	35,8	26,3	31,3	22,7	18,6	268,6
Carbonato de litio	47,5	38,9	41,3	40,7	52,3	64,0	156,1	198,6	254,9	166,5	116,7	1 177,5
Total	71,0	54,8	58,4	61,1	82,8	90,4	191,9	224,9	286,2	189,2	135,3	1 446,1
Costos (En millones de dólares)												
Operacionales	-55,5	-41,3	-38,2	-48,6	-87,5	-78,4	-122,2	-133,1	-167,1	-175,6	-167,9	-1 115,4
Costo de oportunidad del capital	-66,3	-63,9	-66,7	-64,0	-123,6	-106,0	-99,2	-98,1	-91,9	-125,3	-155,4	-1 060,6
Costos totales	-121,8	-105,3	-104,9	-112,6	-211,1	-184,4	-221,5	-231,2	-259,0	-300,9	-323,4	-2 176,0
Renta económica (En millones de dólares)	-50,8	-50,4	-46,4	-51,6	-128,3	-94,0	-29,5	-6,3	27,3	-111,7	-188,1	-729,9

Fuente: Jorratt (2022).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

Cuadro V.11
Chile: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos
a precios de mercado, 2010-2020
(En toneladas, en dólares por tonelada y en millones de dólares)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Acum.
Producción vendida (En toneladas)												
Salmueras	9 754	20 318	19 800	25 131	25 119	18 911	25 230	7 595	62	55	1 260	153 235
Hidróxido de litio	5 184	4 940	5 303	3 900	2 278	3 778	5 598	6 203	5 687	8 583	9 322	60 777
Cloruro de litio	3 471	4 303	4 123	3 591	3 134	2 332	1 577	3 059	4 033	2 071	0	31 694
Carbonato de litio	40 838	48 248	55 899	47 594	49 387	49 611	65 162	65 276	71 831	82 344	97 697	673 887
Total (LCE)	51 282	62 296	69 958	61 514	61 478	60 506	78 851	75 626	80 371	91 722	106 273	799 877
Precios (En dólares/tonelada)												
Carbonato de litio (grado batería Estados Unidos)	5 180	5 180	6 060	6 800	6 690	6 500	8 650	15 000	17 000	12 700	8 000	
Ingresos (En millones de dólares)												
Ingresos totales	265,6	322,7	423,9	418,3	411,3	393,3	682,1	1 134,4	1 366,3	1 164,9	850,2	7 433,0
Costos (En millones de dólares)												
Operacionales	-122,2	-141,1	-150,7	-152,4	-193,8	-171,4	-226,6	-258,1	-302,2	-342,8	-422,2	-2 483,5
Costo de oportunidad del capital	-57,7	-66,8	-86,1	-84,7	-87,2	-65,1	-46,3	-55,3	-61,6	-65,2	-66,5	-742,7
Costos totales	-179,9	-207,9	-236,8	-237,2	-281,1	-236,5	-272,9	-313,4	-363,8	-408,1	-488,7	-3 226,2
Renta económica (En millones de dólares)	85,8	114,8	187,2	181,1	130,2	156,8	409,2	821,0	1 002,5	756,8	361,5	4 206,8

Fuente: Jorratt (2022).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

Cuadro V.12
Chile: monto y destino de las rentas económicas del litio, 2010-2020
(En millones de dólares)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Acum.
Rentas económicas generadas	85,8	114,8	187,2	181,1	130,2	156,8	409,2	821,0	1 002,5	756,8	361,5	4 206,8
Apropiación del Estado												
Impuesto sobre utilidades	13,8	17,5	24,5	20,2	16,5	30,9	109,8	171,3	184,1	80,6	54,6	723,6
IEM	1,3	1,5	2,6	2,6	1,6	2,5	6,2	12,3	18,8	39,4	95,6	184,4
Regalías CORFO	8,7	10,6	12,9	11,4	12,0	12,9	29,8	70,8	211,8	145,5	73,6	600,2
Total	23,9	29,6	39,9	34,2	30,1	46,3	145,8	254,4	414,7	265,5	223,8	1 508,2
Apropiación empresa	61,9	85,2	147,2	147,0	100,1	110,5	263,4	566,6	587,8	491,3	137,7	2 698,6

Fuente: Jorratt (2022).

Cuadro V.13
Chile: estimación de las rentas económicas de la minería del litio, valorando los ingresos a precios declarados en la Aduana, 2010-2020
(En toneladas, en dólares por tonelada y en millones de dólares)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Acum.
Producción vendida (En toneladas)												
Salmueras	9 754	20 318	19 800	25 131	25 119	18 911	25 230	7 595	62	55	1 260	153 235
Hidróxido de litio	5 184	4 940	5 303	3 900	2 278	3 778	5 598	6 203	5 687	8 583	9 322	60 777
Cloruro de litio	3 471	4 303	4 123	3 591	3 134	2 332	1 577	3 059	4 033	2 071	0	31 694
Carbonato de litio	40 838	48 248	55 899	47 594	49 387	49 611	65 162	65 276	71 831	82 344	97 697	673 887
Precios (En dólares/tonelada)												
Salmueras	834	677	818	941	967	1 127	2 525	3 125	123	625	45	
Hidróxido de litio	4 948	5 279	5 368	5 575	6 704	7 212	10 479	15 955	16 527	14 057	8 080	
Cloruro de litio	2 177	2 453	3 340	3 316	3 783	3 828	6 030	6 569	6 558	6 823	0	
Carbonato de litio (grado batería Estados Unidos)	4 262	4 232	4 419	4 747	4 629	4 941	7 017	10 455	13 121	10 124	6 964	
Ingresos (En millones de dólares)												
Salmueras	8,1	13,8	16,2	23,6	24,3	21,3	63,7	23,7	0,0	0,0	0,1	194,9
Hidróxido de litio	25,6	26,1	28,5	21,7	15,3	27,2	58,7	99,0	94,0	120,6	75,3	592,1
Cloruro de litio	7,6	10,6	13,8	11,9	11,9	8,9	9,5	20,1	26,4	14,1	0,0	134,8
Carbonato de litio	174,1	204,2	247,0	225,9	228,6	245,1	457,2	682,5	942,5	833,6	680,4	4 921,1
Ingresos totales	215,4	254,6	305,4	283,2	280,1	302,6	589,1	825,3	1 062,9	968,4	755,8	5 842,8
Costos (En millones de dólares)												
Operacionales	-122,2	-141,1	-150,7	-152,4	-193,8	-171,4	-226,6	-258,1	-302,2	-342,8	-422,2	-2 483,5
Costo de oportunidad del capital	-57,7	-66,8	-86,1	-84,7	-87,2	-65,1	-46,3	-55,3	-61,6	-65,2	-66,5	-742,7
Costos totales	-179,9	-207,9	-236,8	-237,2	-281,1	-236,5	-272,9	-313,4	-363,8	-408,1	-488,7	-3 226,2
Renta económica (En millones de dólares)	35,5	46,6	68,7	46,1	-1,0	66,1	316,2	511,8	699,1	560,4	267,1	2 616,6

Fuente: Jorratt (2022).

3. Reflexiones en base a la comparación de los dos casos

Si se toman como referencia las estimaciones de RE₁, se concluye que la minería del litio genera una renta por tonelada LCE de US\$ 1.281 en Argentina y US\$ 5.259 en Chile. Esta importante diferencia se explica principalmente por el mayor costo de oportunidad del capital (WACC) en Argentina, que asciende a US\$ 4.241 por tonelada, comparado con US\$ 928 por tonelada en Chile, así como también por un uso más intensivo de activos no corrientes en la producción de litio.

Es también interesante observar que, al considerar los valores FOB de las exportaciones (RE2), en lugar de los precios de mercado informados por el USGS (RE1), los ingresos brutos caen mucho más en Argentina que en Chile (58% y 21%, respectivamente). Ello lleva a concluir que los precios de transferencia que fijan las empresas en sus ventas a partes relacionadas juegan un rol importante en las utilidades y los impuestos que pagan en cada jurisdicción. Desde el punto de vista de la medición de la renta económica, esto significa que su verdadero valor debe estar en algún punto intermedio entre ambas estimaciones y, sobre todo en el caso argentino, probablemente más cercano a aquel que se obtiene valorando los ingresos a precios de mercado. Al respecto, en 2018 CORFO entregó antecedentes al Servicio de Impuestos Internos (SII) para que iniciara una investigación de precios de transferencia de Albemarle con sus empresas relacionadas, los cuales dan cuenta de una subvaloración de las ventas de entre un 25 y un 35% respecto de los precios de mercado. También en Argentina esta situación ha llamado la atención y en mayo de 2022, ante la subida de precios de los compuestos de litio, la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) a través de la Dirección General de Aduanas publicó la Resolución General 5197/2022 que establecía un precio de referencia para las exportaciones de carbonato de litio.

D. Lección 4: análisis del régimen fiscal para la minería de litio en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile

1. Descripción del régimen fiscal en el triángulo del litio

En esta sección, se describirá el régimen fiscal vigente para la minería del litio en Argentina, Chile y el Estado Plurinacional de Bolivia. Cabe precisar que, como se ha visto en el capítulo IV, en este último país la explotación del litio está reservada al Estado, a través de la empresa pública estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB). Hasta diciembre de 2023, cuando se inauguró la planta industrial de litio en el salar de Uyuni, esta empresa no ha producido compuestos de litio a escala industrial. Solo ha producido carbonato de litio en pequeñas cantidades a partir de las operaciones de su planta piloto en el mismo salar.

Los tres países aplican un ISU, cuya tasa es de 35% en Argentina, 25% en el Estado Plurinacional de Bolivia y 27% en Chile. El litio no tiene un régimen específico, lo que implica que estas alícuotas son las mismas que gravan al resto de las actividades económicas. Argentina y Chile ofrecen esquemas de depreciación muy aceleradas, con una vida útil tributaria de hasta 3 años en Argentina y de 6 años en Chile para la mayoría de los activos. Los tres países permiten la deducción inmediata de los gastos de exploración. En cuanto al tratamiento de las pérdidas tributarias, Argentina y Bolivia permiten su arrastre hacia adelante con un límite de 5 años, mientras que en Chile se permite el arrastre hacia adelante sin límite de tiempo.

Los dividendos distribuidos a los accionistas se gravan en Argentina con un impuesto de retención del 7%. Chile, por su parte, aplica un sistema integrado de tributación, en donde el inversionista extranjero debe pagar un impuesto de 35% sobre las utilidades distribuidas, con derecho a deducir como crédito el 27% pagado por concepto de ISU.

Respecto de los *royalties*, en Argentina existe la denominada regalía provincial, que consiste en un impuesto *ad valorem* con una tasa del 3% sobre el valor boca de mina, la que se estima es aproximadamente equivalente a un 1,6% del valor FOB de las exportaciones⁷³. La recaudación de este impuesto pertenece a las provincias en las que se encuentran los yacimientos: en el caso del litio Catamarca, Jujuy y Salta.

⁷³ Se define el 'valor boca mina' de los minerales y/o metales declarados por el productor minero, como el valor obtenido en la primera etapa de su comercialización, menos los costos directos y operativos necesarios para llevar el mineral de boca mina a dicha etapa, con excepción de los gastos y/o costos directos o indirectos inherentes al proceso de extracción. Entre los costos deducibles se consideran los costos de transporte, flete y seguros hasta la entrega del producto logrado; los de trituración, molienda, beneficio y todo proceso de tratamiento que posibilite la venta del producto final, a que arribe la operación minera; los de comercialización hasta la venta del producto logrado; los de administración hasta la entrega del producto logrado; y los de fundición y refinación.

En el Estado Plurinacional de Bolivia hay tres impuestos que califican en la definición amplia de *royalty*. En primer lugar, está la regalía minera, que corresponde a una tasa *ad valorem* de 3% sobre el valor FOB de las exportaciones de compuestos de litio. En segundo lugar, las empresas que desarrollan actividades extractivas de recursos naturales no renovables deben pagar una tasa adicional de 25% sobre las ganancias anuales, previa deducción de un porcentaje variable de hasta el 33% de las inversiones y del 45% de los ingresos por ventas de minerales. En tercer lugar, estas empresas deben pagar una alícuota adicional al ISU del 12,5%, cuando las cotizaciones de los minerales y metales son iguales o mayores a las establecidas en la Ley. La norma no fija un precio para los compuestos de litio, pero se faculta al poder ejecutivo para determinar, mediante norma expresa, las condiciones de acreditación para dichos productos y otros metales o minerales no comprendidos en la ley.

En Chile, las pertenencias mineras de litio actualmente en operación pertenecen a la Corporación de Fomento (CORFO), entidad que las ha dado en arriendo a los operadores privados. En los contratos de arrendamiento vigentes, firmados en 2016 y 2018, se estableció el pago de un *royalty ad valorem* progresivo, con tasas marginales que varían entre 6,8% y 40%, dependiendo del precio de los compuestos de litio. En segundo lugar, la industria extractiva, en general, es gravada con el denominado Royalty a la Minería, que consiste en un royalty progresivo sobre utilidades. Su base imponible es el resultado operacional, sobre el que se aplican unas tasas que varían entre 5% y 14%, dependiendo de cuál sea el margen operacional porcentual ganado en el año⁷⁴. En tercer lugar, los contratos de arrendamiento entre CORFO y los operadores privados establecen también aportes obligatorios a las comunidades y para investigación y desarrollo.

Por último, en los tres países existen otros impuestos generales que afectan también a la explotación del litio. En Argentina las exportaciones están sujetas al pago de derechos que, para los compuestos de litio, son del 4,5% del valor FOB. Además, las empresas deben pagar el Impuesto a las Transacciones Financieras, cuya tasa es del 0,6% sobre los depósitos y retiros de cuentas bancarias, con la posibilidad de acreditar el 33% contra el ISU. Por último, las exportaciones cuentan con el beneficio de los reintegros, que es del 1,5% del valor FOB para los compuestos de litio. En el Estado Plurinacional de Bolivia, las empresas deben pagar el Impuesto sobre las Transacciones Financieras, cuya tasa es de 0,3% sobre los depósitos y retiros de cuentas bancarias. Finalmente, en Chile se creó recientemente la Contribución para el Desarrollo Regional, que consiste en una tasa del 1%, aplicada sobre las inversiones físicas de un proyecto de inversión, en la parte que exceda la suma de diez millones de dólares.

Cuadro V.14
Instrumentos fiscales en Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de) y Chile

	Argentina	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Chile
1. Impuesto a las Utilidades			
Tasa (En porcentajes)	35	25	27
Depreciación	Construcciones: 3 años (60% año 1) Maquinaria: 3 años Instalaciones: 3 años	Construcciones: 10-40 años Maquinaria: 8 años Instalaciones: 8 años	Construcciones: 13 o 6 años Maquinaria: 3 años Instalaciones: 5 años
Gastos de exploración	Inmediata (doble deducción)	Deducción inmediata	Deducción inmediata o hasta 6 años
Pérdidas tributarias	Hacia adelante, límite de 5 años	Hacia adelante, límite de 5 años	Hacia adelante, sin límite
2. Impuesto a los dividendos (En porcentajes)	7		35-27

⁷⁴ El Royalty a la Minería reemplazará desde 2024 al Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM) que es un royalty progresivo sobre utilidades. Su base imponible es el resultado operacional, sobre el que se aplican unas tasas que varían entre 5% y 14%, dependiendo de cuál sea el margen operacional porcentual ganado en el año.

	Argentina	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Chile
3. Royalties mineros (En porcentajes)	Regalía provincial: 3% valor boca de mina (aproximadamente 1,6% FOB)	Regalía minera: 3% del valor FOB Alícuota adicional: 25% sobre utilidad, previa deducción de 33% inversión y 45% ingresos Sobretasa: 12,5% sobre utilidad, cuando precio excede un límite	Regalía CORFO: <i>ad valorem</i> progresivo, con tasas marginales de 6,8% a 40% Royalty a la Minería: se aplica sobre el resultado operacional, con tasas entre 5 y 14, dependiendo del margen operacional Aportes: comunidades e I+D
4. Otros (En porcentajes) ^a	Derechos de exportación: 4,5% valor FOB Transacciones financieras: 0,4% Reintegro: 1,5% valor FOB	Transacciones financieras: 0,3%	Contribución al desarrollo regional

Fuente: sobre la base de Jorratt (2022).

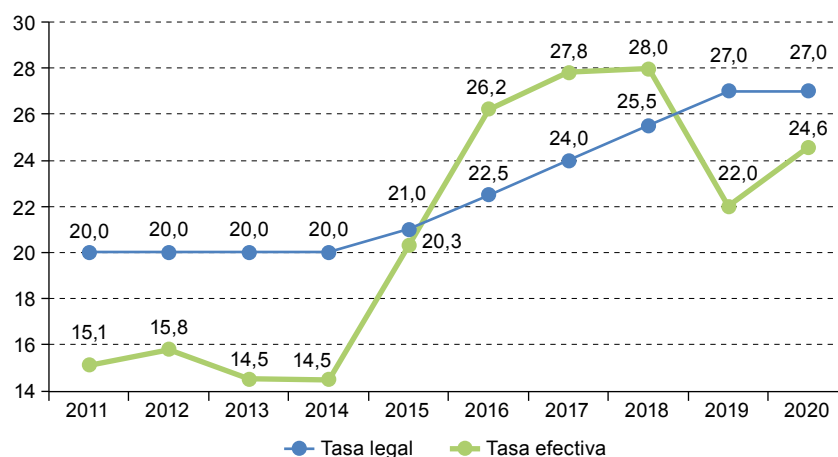
^a No se consideran en otros instrumentos fiscales, tributarios y no tributarios, los derechos, las patentes y/o las tasas que se aplican a la actividad minera o que son generales a todas las actividades a nivel subnacional, y en el caso particular de Argentina, el Impuesto sobre los Ingresos Brutos que aplican las provincias, pero que en el caso de Jujuy la actividad minera está exenta de este impuesto (de acuerdo con la Ley Nro. 5290, Artículo 1). Tampoco se considera en el caso de Argentina toda obligación de pago al gobierno provincial de transferencias establecidas en los contratos de concesión (como aportes de responsabilidad social empresaria, contribuciones a fideicomisos, etc.).

2. Estimación de las tasas efectivas de tributación

Una manera de evaluar la capacidad del régimen fiscal de capturar renta económica es a través de la estimación de las tasas efectivas de tributación. Una primera alternativa para ello es calcular las tasas efectivas históricas a partir de información de los estados financieros de las empresas mineras junto con información de los pagos de impuestos que han realizado. En este contexto, lo habitual es definir como tasa efectiva anual al cociente entre el impuesto efectivamente pagado por la empresa y la utilidad financiera antes de impuestos.

En el siguiente gráfico V.1 se muestran las tasas efectivas del ISU para SQM Salar (Chile), durante el período 2011-2020, comparándolas con la tasa legal del impuesto. Como se ve, en los primeros 5 años la tasa efectiva es inferior en unos 5 puntos porcentuales a la tasa legal, situación que se revierte parcialmente en los 3 años siguientes. Esto es consecuencia de los incentivos tributarios que se establecen en la legislación, que muchas veces determinan que la base imponible del impuesto sea inferior a la utilidad financiera que obtienen las empresas. En el caso particular de la minería del litio en Argentina y Chile, el principal factor que determina esta distancia entre tasas efectivas y legales es el beneficio tributario de la depreciación acelerada, que permite postergar el pago del impuesto.

Gráfico V.1
SQM Salar: tasas efectivas versus tasa nominal del impuesto sobre las utilidades
(En porcentajes)



Fuente: Jorratt (2022).

Una segunda alternativa es evaluar las tasas efectivas de tributación a través de un proyecto de inversión hipotético, que se somete a los regímenes fiscales de cada país. Esta alternativa tiene dos ventajas importantes. La primera es que permite evaluar la capacidad del régimen fiscal vigente de capturar renta, obviando los efectos de los cambios normativos históricos. La segunda es que permite evaluar el impacto en las tasas efectivas de cambios legales potenciales.

A continuación, se presentará un ejercicio de este tipo aplicado a Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile. Para estos efectos, se usarán dos definiciones de tasa efectiva. La primera se define como el cociente entre el valor actual de los impuestos pagados por el proyecto y el valor actual neto del proyecto suponiendo que no existen impuestos:

$$\text{Tasa efectiva 1} = \frac{\text{VA impuestos}}{\text{VAN sin impuestos}}$$

La segunda definición corresponde al cociente entre el valor actual de los impuestos y el valor actual de las utilidades financieras:

$$\text{Tasa efectiva 2} = \frac{\text{VA impuestos}}{\text{VA utilidades financieras}}$$

A efectos de la estimación se usará como referencia el proyecto de producción de carbonato de litio en el salar Cauchari-Olaroz, en la Provincia de Jujuy (Argentina), que está siendo ejecutado por Minera Exar S.A., un *joint-venture* entre la china Ganfeng, la canadiense Lithium Argentina (antes Lithium Americas) y la empresa provincial Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE). Es decir, se evaluará la ejecución de un proyecto con los mismos parámetros técnicos que ofrece este caso, y que es sometido al régimen fiscal vigente en Argentina y Chile.

El proyecto supone una inversión total de US\$ 635,8 millones, con una producción anual de 40 mil toneladas de carbonato de litio, durante un período de 40 años. En el cuadro V.15 se muestra un resumen de los principales supuestos para la evaluación económica.

Cuadro V.15
Supuestos para un proyecto de explotación de litio desde un salar

1	Año de inicio de la inversión	2021
2	Período de inversión (<i>En años</i>)	5
3	Vida útil de la mina (<i>En años</i>)	40
4	Último año de operación	2 065
5	Tasa de descuento	8%
6	Inversión inicial (<i>En millones de dólares</i>)	555,3
7	Inversión de mantenimiento (<i>En millones de dólares/año</i>)	6,9
8	Año última inversión de mantenimiento	2064
9	Capital de trabajo (<i>En millones de dólares</i>)	55,5
10	Gastos de exploración y prospección (<i>En millones de dólares</i>)	25
11	Costos de cierre de faenas (<i>En 3 años</i>)	32,5
12	Producción anual (<i>En miles de toneladas de carbonato de litio</i>)	40
13	Precio (<i>En dólares/tonelada</i>)	12 000
14	Costos operacionales antes de depreciar (<i>En dólares/tonelada</i>)	3 579
15	Las utilidades se reinvierten a la tasa de descuento y se retiran el último año	

Fuente: Jorratt (2022).

A partir de los supuestos anteriores, se construyó el flujo de caja del proyecto para un horizonte de 40 años, aplicando el régimen fiscal vigente en cada país. Un tema importante de abordar es el de los precios de transferencia entre partes relacionadas, que, como se ha visto en la sección anterior, puede determinar diferencias significativas entre las tasas teóricas y las tasas efectivas de tributación. Para tener

una idea del impacto de tales prácticas en las tasas efectivas de tributación, el proyecto fue evaluado bajo dos escenarios. El primero, denominado caso base, supone que las exportaciones se realizan al precio de mercado de US\$ 12.000 la tonelada. El segundo, supone que hay una subvaloración del 20% en los precios de las exportaciones, de tal forma que los ingresos brutos del proyecto se estimaron al precio de US\$ 12.000 la tonelada, pero el precio para el cálculo de las bases imponibles de los impuestos fue de US\$ 9.600 la tonelada. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

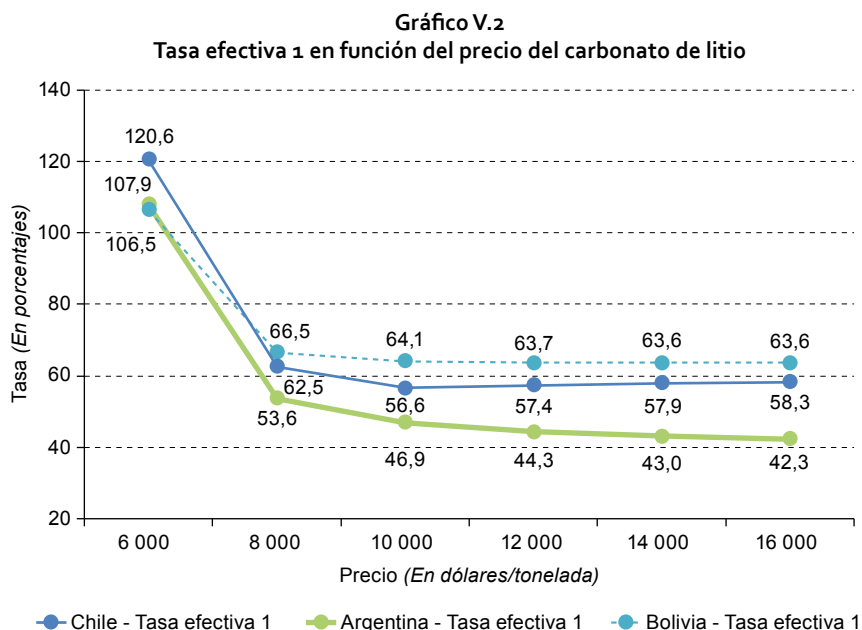
Cuadro V.16
Resultados del modelo de simulación para un proyecto de explotación de litio desde un salar

	Argentina		Bolivia (Estado Plurinacional de)		Chile	
	Base	Subvaloración 20% PT	Base	Subvaloración 20% PT	Base	Subvaloración 20% PT
Valor Actual Neto (VAN) al 8% (En millones de dólares)						
a) Del proyecto sin impuestos	2 218,3	2 218,3	2 218,3	2 218,3	2 218,3	2 218,3
b) De los impuestos	983,3	674,8	1 413,7	909,4	1 273,1	1 059,8
c) Del proyecto con impuestos	1 235,0	1 543,4	804,5	1 308,8	945,1	1 158,4
d) De las utilidades financieras antes de impuestos	2 556,6	2 556,6	2 556,6	2 556,6	2 556,6	2 556,6
Tasa Interna de Retorno (TIR) (En porcentajes)						
e) Del proyecto sin impuestos	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
f) Del proyecto con impuestos	11,1	11,6	10,4	11,2	10,7	11,0
Tasas efectivas de tributación (En porcentajes)						
Tasa efectiva 1 [b / a]	44,3	30,4	63,7	41,0	57,4	47,8
Tasa efectiva 2 [b / d]	38,5	26,4	55,3	35,6	49,8	41,5

Fuente: Jorratt (2022).

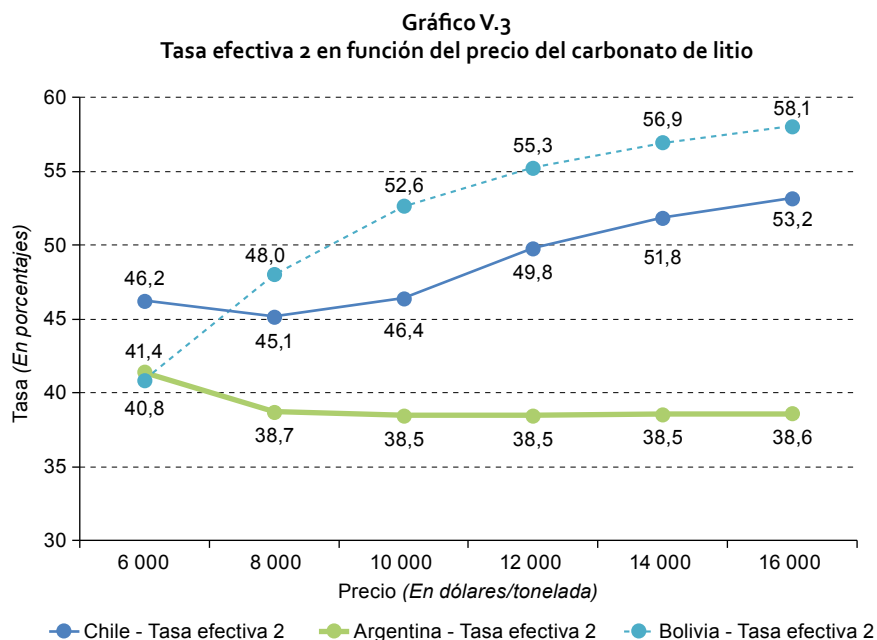
Bajo el escenario base, la tasa efectiva 1, que representa el porcentaje de las rentas económicas que queda en manos del Estado, es más alta en el Estado Plurinacional de Bolivia, con un 63,7%, seguida por Chile, con un 57,4%, y Argentina, con un 44,3%. A su vez, la tasa efectiva 2, que mide los impuestos pagados como porcentaje de las utilidades financieras antes de impuestos, alcanza a un 55,3% en el Estado Plurinacional de Bolivia, un 49,8% en Chile y un 38,5% en Argentina. Las tasas efectivas bajan significativamente al considerar la posibilidad de subvaloración de los precios de transferencia, en torno a 20 puntos porcentuales en Bolivia, 14 en Argentina y 10 en Chile.

Por cierto, las tasas efectivas también dependen de cuál sea el precio del litio. En el gráfico V.2 muestra un análisis de sensibilidad de la tasa efectiva 1 frente al precio del carbonato de litio. Se puede observar que, en los tres países, cuando el precio es suficientemente bajo, como de US\$ 6.000 por tonelada, la tasa es superior a 100%, lo que significa que el Estado cobra impuestos, a pesar de que no exista renta económica. A partir de un precio en torno a US\$ 10.000 por tonelada la trayectoria de tasas efectivas es distinta entre países. Mientras que en Argentina sigue bajando a medida que el precio sube, en Chile tiende a aumentar levemente, mientras que en el Estado Plurinacional de Bolivia prácticamente se mantiene constante. Esto se relaciona con el diseño de los instrumentos impositivos vigentes en cada país. En Argentina se combina un ISU de tasa plana con impuestos *ad valorem* también de tasa plana. Estos últimos son los que le dan un carácter regresivo al sistema, recaudando un menor porcentaje de la renta económica a medida que esta aumenta con el precio. En Chile, en cambio, CORFO ha negociado con las empresas un *royalty ad valorem* progresivo, de acuerdo con el cual la tasa sube rápidamente a medida que los precios aumentan. Además, el *Royalty* a la Minería (hasta 2023 será el Impuesto Específico a la Actividad Minera o IEAM) también tiene una estructura progresiva.



Fuente: Jorratt (2022).

En el gráfico V.3 se muestra la sensibilidad de la tasa efectiva 2 frente al precio del carbonato de litio. Se recuerda que, en este caso, el denominador es el valor presente de la utilidad financiera. En el caso de Argentina se observa una tasa efectiva relativamente plana, en torno a 38,5%. En el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile, en cambio, es más bien creciente. En el primer caso, la tasa es creciente en todo el rango de precios, llegando a niveles por sobre 58% al precio máximo considerado. En Chile, la tasa supera el 50% para precios en torno a US\$ 14.000 la tonelada. Tanto en Argentina como en Chile la tributación se vuelve regresiva para precios bajos, como consecuencia de los impuestos sobre ventas, que se cobran aun cuando las empresas tengan pérdidas.



Fuente: Jorratt (2022).

Respecto a la estructura progresiva del régimen fiscal de Chile, esto se explica por dos instrumentos no tributarios: el *royalty ad valorem* progresivo que aplica CORFO a las dos empresas que explotan el litio en el Salar de Atacama (SQM y Albemarle) y el IEAM (que desde 2024 será reemplazado por el *Royalty* a la Minería) que aplica el Servicio de Impuestos Internos de Chile y es general para toda la minería. Esto se evidenció luego de que aumentara fuertemente el precio del litio durante 2022. Estimaciones del Consejo Fiscal Autónomo de Chile, en base a cifras de CORFO, muestran que los ingresos fiscales totales por litio en 2022 alcanzaron en torno a US\$ 5.500 millones. Esta cifra corresponde a 1,9% del PIB y a 7,2% de los ingresos fiscales totales de dicho año. Esta cifra, de solo un año, supera lo proyectado a recaudar en ingresos tributarios por 10 años en un escenario pesimista de US\$ 10.000 la tonelada de carbonato de litio grado batería.

Recuadro V.2

Estudio de caso 2. Evaluación de cambios tributarios en Argentina

A continuación, se presentan los resultados de una simulación de cambio tributario para el caso argentino (en particular del caso de la provincia de Jujuy). Los resultados son aplicables también al Estado Plurinacional de Bolivia y a Chile. En primer lugar, se supondrá la aplicación de un impuesto a la renta económica del 60%. La renta económica se estimaría como el resultado operacional menos una tasa representativa del costo de oportunidad del capital (en nuestro ejemplo, un 8%) aplicada sobre el saldo de los activos a comienzos de cada período fiscal, al estilo del impuesto ACC explicado en la sección B de este capítulo (Lección 2). Del impuesto así determinado se descontarían los pagos por Impuesto sobre Utilidades (ISU), Impuesto a las Transacciones Financieras (ITF) y la Regalía Provincial, de tal forma de que la carga tributaria global no sobrepase el 60% de la renta económica^a. A su vez, supondrá que se eliminan los derechos de exportación y los reintegros.

La permanencia del ISU tendría por objeto generar ingresos tributarios en aquellos años en que no exista renta económica, en cuyo caso se gravarían las rentas normales, pudiendo tal vez generar algún sistema de compensación intertemporal. A su vez, la Regalía Provincial se mantiene para asegurar ingresos a las provincias, con independencia de las utilidades obtenidas en cada año.

Los resultados de la simulación se presentan en el cuadro 1. Como se ve, la apropiación de la renta económica por parte del estado (tasa efectiva 1) se ubica en torno a un 60%, independientemente de cuál sea el precio, excepto para el menor precio, en donde la suma del ISU, el ITF y la Regalía Provincial es mayor al impuesto a la renta económica, no alcanzando a acreditarse completamente en contra de este último. A su vez, la tasa efectiva 2 es creciente con el precio, moviéndose entre un 28,5% cuando el precio es US\$ 6.000 por tonelada y 54% cuando el precio alcanza a US\$ 16.000 por tonelada.

A un precio medio de US\$ 12.000 por tonelada, la alternativa permite aumentar el valor presente de la recaudación en US\$ 340 millones, equivalente a un 35% respecto de la que se logra con el régimen tributario actual. Pero, además, permite una recaudación progresiva, en donde la recaudación aumenta proporcionalmente más con el incremento de los precios (véase el gráfico 1).

Finalmente, un régimen tributario de este tipo implicaría también ganancias en eficiencia económica, pues al gravar una proporción, aunque sea alta, de las rentas supranormales, las decisiones de inversión se afectan menos que con una recaudación basada mayormente en *royalties ad valorem*.

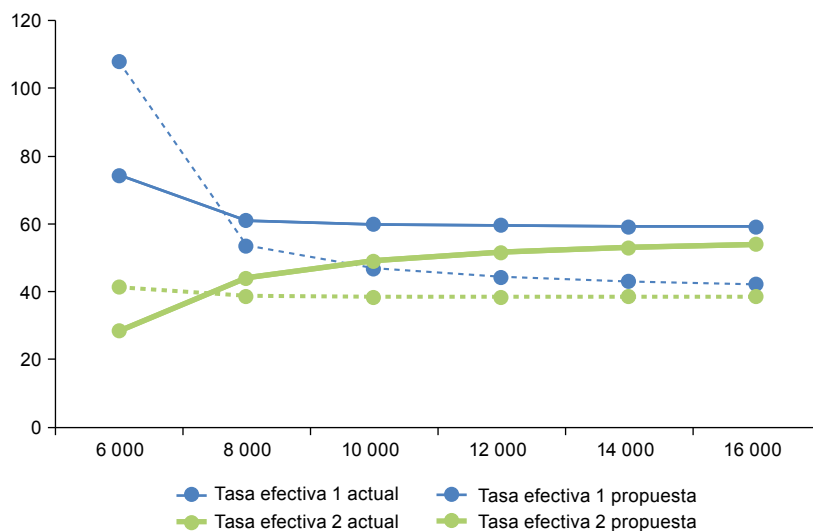
Cuadro 1
Argentina: simulación de un impuesto a la renta económica de 60%

	Precio (En dólares/tonelada)					
	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000	16 000
Valor Actual Neto (VAN) al 8% (En millones de dólares)						
a) Del proyecto sin impuestos	210,5	879,8	1 549,0	2 218,3	2 887,5	3 556,7
b) De los impuestos						
De la Regalía Provincial	-32,1	-42,8	-53,5	-64,2	-75,0	-85,7
Del ITF	-13,0	-15,7	-18,4	-21,1	-23,8	-26,4
Del Impuesto a las ganancias	-164,9	-390,8	-624,4	-861,2	-1 099,5	-1 337,7
Del Impuesto a la Renta Económica	53,4	-88,1	-231,2	-375,0	-513,4	-655,3
Del total de impuestos	-156,6	-537,4	-927,5	-1 321,5	-1 711,6	-2 105,1

	Precio (En dólares/tonelada)					
	6 000	8 000	10 000	12 000	14 000	16 000
Valor Actual Neto (VAN) al 8% (En millones de dólares)						
c) Del proyecto con impuestos	53,9	342,3	621,5	896,7	1 175,9	1 451,7
d) De las utilidades financieras antes de impuestos	548,9	1 218,1	1 887,4	2 556,6	3 225,9	3 895,1
Tasa Interna de Retorno (TIR)						
e) Del proyecto sin impuestos	8,9%	10,6%	11,6%	12,4%	13,0%	13,5%
f) Del proyecto con impuestos	8,3%	9,3%	10,0%	10,6%	11,1%	11,5%
Tasas efectivas de tributación						
Tasa efectiva 1 [b / a]	74,4%	61,1%	59,9%	59,6%	59,3%	59,2%
Tasa efectiva 3 [(e - f) / e]	7,0%	12,0%	13,6%	14,3%	14,5%	14,6%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1
Argentina: simulación de un impuesto a la renta económica de 60%



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jorratt (2022).

Fuente: Elaboración propia.

^a En la provincia de Jujuy de acuerdo con la Ley Nro. 5290, Artículo 1, "quedan exentas del Impuesto Sobre los Ingresos Brutos, a partir del día 1º de agosto del año 2001, las actividades de producción primaria minera comprendidas entre la prospección y la extracción del mineral. Se incluyen los procesos industriales subsiguientes cuando se trate de una misma actividad económica integrada regionalmente".

Recuadro V.3

Estudio de caso 3: proyección de los ingresos tributarios de litio en Argentina

De acuerdo con información de la Subsecretaría de Desarrollo Minero, a noviembre de 2023 existían 50 proyectos mineros para la producción de litio en distintos grados de avance. En fase productiva se cuentan tres proyectos, a saber: Olaroz (Sales de Jujuy) y Cauchari-Olaroz (Minera Exar) en la provincia de Jujuy, y Fénix (Minera del Altiplano) en Catamarca. A su vez, hay 5 proyectos que se encuentran en etapa de construcción.

Livent Corporation (actualmente Arcadium Lithium) anunció en 2017 un proyecto de ampliación de la planta de producción de carbonato de litio en el Salar del Hombre Muerto, proyecto operado por Minera del Altiplano. La ampliación de planta entró en operaciones en 2023, lo que permitió aumentar la producción de carbonato de litio en 20 mil toneladas anuales, con una inversión en torno a los 300 millones de dólares.

Por su parte, la empresa minera Sales de Jujuy, cuya capacidad de producción era de 17.500 toneladas LCE, inauguró a mediados de 2023 una nueva planta de producción de carbonato de litio, lo que le permitió elevar esta capacidad en 25.000 toneladas, llegando a un total de 42.500 toneladas LCE. De la nueva producción, aproximadamente 9.500 toneladas de carbonato de litio serán usadas como insumo para la producción de hidróxido de litio, en la Planta Naraha en Japón. Esta ampliación involucró una inversión de aproximadamente 330 millones de dólares.

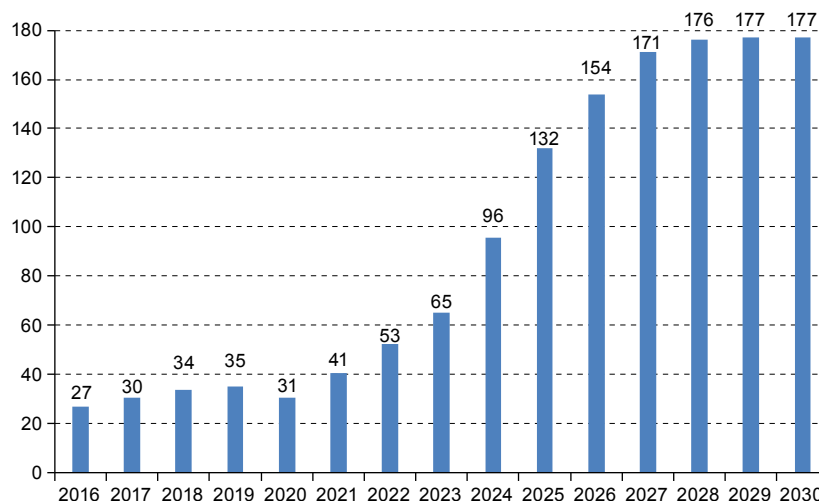
Por otro lado, el Proyecto Cauchari-Olaroz, operado por Minera Exar S.A., propiedad de Lithium Argentina Corp y Jiangxi Ganfeng Lithium Co. Ltd., comenzó sus operaciones a mediados de 2023. Esta iniciativa contempla una capacidad de producción anual de 40 mil toneladas de carbonato de litio, con una inversión total de US\$ 641 millones.

A su vez, el Grupo francés Eramet, a través de su subsidiaria Eramine Sudamérica S.A., está realizando una inversión de US\$ 572 millones para el desarrollo del proyecto de producción de carbonato de litio en el Salar Centenario Ratones, ubicado en la provincia de Salta. El proyecto actualmente se encuentra en la fase final de la etapa de construcción y se estima que cuando entre en operación, en noviembre de 2024, tendrá una capacidad de producción anual aproximada de 20.000 toneladas de carbonato de litio grado batería.

Otros proyectos en etapas más avanzadas (construcción o factibilidad) son el proyecto Sal de Vida, en la provincia de Catamarca, que planea una producción de 25.000 toneladas anuales de carbonato de litio grado batería, con una inversión de US\$ 474 millones; y el proyecto Salar del Rincón, en la provincia de Salta, que proyecta una producción de 25.000 toneladas anuales de carbonato de litio, con una inversión de US\$ 720 millones.

A partir de todas estas iniciativas de inversión se proyecta que la producción de litio en Argentina aumentará 5,8 veces en los próximos 10 años, respecto de la registrada en 2020. Se espera que en 2030 la producción alcance a 177 mil toneladas de LCE, comparado con una producción de 31 mil toneladas en 2020 (véase el gráfico 1).

Gráfico 1
Argentina: proyección de oferta de litio, 2016-2030
(En miles de toneladas de LCE)



Fuente: Comisión Chilena del Cobre (2020).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

A partir de estas proyecciones de oferta, es posible estimar los futuros ingresos tributarios provenientes del litio, usando como fuentes adicionales de información los estados financieros de Sales de Jujuy y el catastro de Proyectos Avanzados de Litio de 2023.

Se supondrá que todas las minas tienen un costo de operación unitario igual al promedio 2019-2020 de Sales de Jujuy, que es la única operación para la que existe información financiera. Se supondrá que Eramine comenzará a producir en 2025, Sal de Vida lo hará en 2026 y Salar del Rincón en 2027. A partir del año de inicio de las operaciones se contabilizan las diferencias entre las depreciaciones financieras y tributarias de las inversiones, para efectos de la proyección del ISU.

Respecto de los precios, se evaluarán tres escenarios de precios promedio del período. Un escenario más probable con un precio promedio de 20.000 US\$/t de carbonato de litio grado batería, un escenario pesimista con un precio promedio de 16.000 US\$/t y un escenario optimista con un precio promedio de 24.000 US\$/t. En el caso del hidróxido de litio, se asume un precio superior en un 30% al del carbonato, consistente con las diferencias observadas en los precios de exportación históricos.

Ahora bien, existe bastante evidencia de que los precios declarados en las ventas a partes relacionadas, que determinan el monto de los impuestos pagados, difieren de los precios de mercado, y es muy probable que eso siga siendo así en el futuro. Es por ello que, para los fines de la proyección, se supondrá que las exportaciones serán valoradas por las empresas mineras con un descuento promedio del 20% respecto de los precios de mercado.

En el cuadro 1 se muestran las proyecciones de ingresos tributarios para Argentina bajo los tres escenarios de precios. En el escenario medio o más probable, se observa una recaudación creciente, que alcanza a los US\$ 769 millones en 2034, esto es, 101 veces superior a la recaudación observada en 2020. La recaudación agregada para los 10 años de proyección alcanzaría a los US\$ 6.578 millones. El mayor aporte provendría del ISU, con un 79% de la recaudación total, seguido de los derechos de exportación con un 19%.

En el escenario de precios optimista la recaudación proyectada llegaría a US\$ 986 millones en 2034, totalizando US\$ 8.652 millones a lo largo de los 10 años. A su vez, en el escenario pesimista se proyecta una recaudación de US\$ 553 millones en 2034, con un total de US\$ 4.452 millones durante todo el período.

Cuadro 1
Argentina: proyección de los ingresos tributarios de la minería del litio, para distintos supuestos
de precio promedio^a, 2025-2034
(En millones de dólares)

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Total
Escenario medio: precio de 20.000 dólares/t											
Regalía provincial	33,8	39,4	43,8	45,1	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	45,3	434
Derechos de exportación	95,0	110,9	123,1	126,7	127,4	127,4	127,4	127,4	127,4	127,4	1 22
ITF	11,4	13,4	14,8	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	147
Reintegros	-31,7	-37,0	-41,0	-42,2	-42,5	-42,5	-42,5	-42,5	-42,5	-42,5	-407
ISU	314,4	392,6	343,8	479,3	539,8	619,3	623,5	623,5	623,5	623,5	5 183
Total	423,0	519,3	484,5	624,1	685,4	765,0	769,1	769,1	769,1	769,1	6 578
Escenario optimista: precio de 24.000 dólares/t											
Regalía provincial	40,6	47,3	52,5	54,1	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	54,4	521
Derechos de exportación	114,0	133,1	147,7	152,1	152,9	152,9	152,9	152,9	152,9	152,9	1 464
ITF	13,1	15,3	17,0	17,5	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	169
Reintegros	-38,0	-44,4	-49,2	-50,7	-51,0	-51,0	-51,0	-51,0	-51,0	-51,0	-488
ISU	454,8	546,1	530,9	667,9	727,8	811,8	811,8	811,8	811,8	811,8	6 987
Total	584,5	697,5	699,0	840,8	901,8	985,8	985,8	985,8	985,8	985,8	8 652
Escenario pesimista: precio de 16.000 dólares/t											
Regalía provincial	27,0	31,5	35,0	36,0	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	347
Derechos de exportación	76,0	88,7	98,5	101,4	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	102,0	976
ITF	9,7	11,4	12,6	13,0	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	125
Reintegros	-25,3	-29,6	-32,8	-33,8	-34,0	-34,0	-34,0	-34,0	-34,0	-34,0	-325
ISU	141,8	253,5	219,3	265,6	347,1	375,2	420,8	435,2	435,2	435,2	3 329
Total	229,3	355,6	332,6	382,2	464,4	492,5	538,1	552,5	552,5	552,5	4 452

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jorratt (2022).

Fuente: Elaboración propia.

^a No se consideran en los supuestos el Impuesto sobre los Ingresos Brutos y otros instrumentos tributarios y no tributarios para la recaudación como pueden ser el pago por derechos, patentes y/o tasas provinciales o municipales que se aplican a la actividad minera o que son generales a todas las actividades, como tampoco el pago de transferencias establecidas en los contratos de concesión.

Recuadro V.4**Estudio de caso 4: proyección de los ingresos tributarios del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia**

En la actualidad, el único proyecto en desarrollo en el Estado Plurinacional de Bolivia es el que está llevando a cabo la empresa estatal YLB, que tiene una planta piloto de carbonato de litio, y con la construcción de una planta industrial de carbonato de litio con una capacidad de producción anual de 15 mil toneladas en el salar de Uyuni. En principio, se esperaba que la construcción finalizara en febrero de 2022, lo que habría permitido operar a plena capacidad a partir de 2023, pero esto no ocurrió por distintas razones tecnológicas que debieron ser corregidas con el proveedor. Finalmente, la planta se inauguró el 15 de diciembre de 2023 e inicialmente producirá un 20% de la capacidad.

Por otra parte, en 2021 el gobierno del presidente del Estado Plurinacional de Bolivia, Luis Arce, comenzó a implementar un cambio en la estrategia de explotación del litio, a partir del desarrollo de la Tecnología de Extracción Directa de Litio (EDL). El 30 de abril de 2021, YLB realizó el Lanzamiento de la Convocatoria Internacional para el desarrollo de Tecnología EDL, en la que participaron empresas de China, Rusia, Estados Unidos de Norte América y Bélgica.

Esta nueva estrategia apunta a explorar distintas tecnologías que permiten la extracción directa del litio desde los salares, sin pasar por el proceso de evaporación solar (véase el capítulo I). Los especialistas coinciden en que ésta es una medida técnicamente correcta, pues el proceso de evaporación solar requiere tasas de evaporación altas y tasas de precipitaciones bajas, características que no están presentes en el salar de Uyuni. Considerando que este anuncio de cambio de estrategia fue casi simultáneo con aquel que preveía el término de la construcción de la planta de carbonato de litio para febrero de 2022, se podría presumir que son proyectos paralelos. Es decir, que se iniciaría la producción industrial de carbonato de litio con el proceso de evaporación al mismo tiempo que se desarrollan las tecnologías EDL.

Para la proyección de ingresos se supondrá el cumplimiento de la meta de tener operativa la planta de carbonato de litio con tecnología EDL en junio de 2025. Se asumirá una producción de 7 mil toneladas de LCE en 2025 y 14 mil toneladas a partir de 2026. Respecto de los costos de producción, se consideró US\$ 5.259 por tonelada de LCE, dato divulgado por YLB en la Rendición de Cuentas Públicas Final 2019 e Inicial 2020.

Respecto de los precios, se evaluarán tres escenarios de precios promedio del período. Un escenario más probable con un precio promedio de US\$ 20.000 por tonelada de carbonato de litio grado batería, un escenario pesimista con un precio promedio de US\$ 16.000 por tonelada y un escenario optimista con un precio promedio de US\$ 24.000 por tonelada. En el caso del hidróxido de litio, se asume un precio superior en un 30% al del carbonato, consistente con las diferencias observadas en los precios de exportación históricos.

Las proyecciones que utilizan el precio más probable muestran una recaudación tributaria anual en torno a los US\$ 22 millones inicialmente, llegando a US\$ 103 millones en 2033, cuando baja la cuota de depreciación producto de las inversiones iniciales. La recaudación agregada para los 10 años de proyección alcanzaría a US\$ 781 millones. El mayor aporte provendría del ISU, con un 44% de la recaudación total, seguido de la sobretasa y la alícuota adicional con un 22% cada una. Se muestra en una línea separada las utilidades netas de YLB, las que también pertenecen al Estado, sin perjuicio que la política de dividendos se decide año a año. La utilidad neta se estima en un total de US\$ 696 millones en todo el período.

En el escenario de precios optimista la recaudación tributaria proyectada estaría en torno a US\$ 33 millones anuales en 2025 hasta superar los US\$138 millones en 2033, totalizando US\$ 1.120 millones en los 10 años, mientras que las utilidades netas de YBL rondarían inicialmente los US\$ 46 millones anuales, acumulando US\$ 889 millones en el período. A su vez, en el escenario pesimista se proyecta para 2025 una recaudación tributaria cercana a los US\$ 11 millones anuales y utilidades netas en torno a US\$ 12 millones anuales, totalizando en el período US\$ 441 millones y US\$ 503 millones, respectivamente.

Cuadro 1
Bolivia: proyección de los ingresos tributarios de la minería del litio, para distintos supuestos
de precio promedio, 2025-2034
(En millones de dólares)

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Total
Escenario medio: precio de 20.000 dólares/t											
Regalía Minera	4,2	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	80
ITF	0,5	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	10
ISU	11,7	36,2	36,2	36,1	36,0	35,9	35,8	35,7	41,5	41,5	347
Alícuota adicional de 25%	0,0	0,0	0,0	4,9	25,9	25,8	25,7	25,6	31,4	31,4	171
Sobretasa de 12,5%	5,9	18,1	18,1	18,0	18,0	17,9	17,9	17,9	20,7	20,7	173
Impuestos Totales	22,3	63,8	63,7	68,4	89,3	89,1	88,9	88,7	103,1	103,1	781
Utilidades Netas YLB	29,3	90,6	90,4	85,3	64,1	63,9	63,8	63,7	72,3	72,3	696
Impuestos + Utilidades YLB	51,6	154,4	154,1	153,7	153,4	153,0	152,7	152,4	175,4	175,4	1 476
Escenario optimista: precio de 24.000 dólares/t											
Regalía Minera	5,0	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	96
ITF	0,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	12
ISU	18,5	49,8	49,7	49,6	49,5	49,4	49,3	49,3	55,0	55,0	475
Alícuota adicional de 25%	0,0	0,0	12,7	39,5	39,4	39,4	39,3	39,2	44,9	44,9	299
Sobretasa de 12,5%	9,2	24,9	24,8	24,8	24,8	24,7	24,7	24,6	27,5	27,5	238
Impuestos Totales	33,4	86,0	98,6	125,3	125,0	124,8	124,6	124,4	138,8	138,8	1 120
Utilidades Netas YLB	46,2	124,5	111,5	84,5	84,4	84,2	84,1	84,0	92,6	92,6	889
Impuestos + Utilidades YLB	79,6	210,4	210,1	209,7	209,4	209,0	208,7	208,4	231,4	231,4	2 008
Escenario pesimista: precio de 16.000 dólares/t											
Regalía Minera	3,4	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	64
ITF	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	8
ISU	4,9	22,7	22,6	22,5	22,4	22,4	22,3	22,2	28,0	28,0	218
Alícuota adicional de 25%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	17,9	17,9	42
Sobretasa de 12,5%	2,5	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1	11,1	14,0	14,0	109
Impuestos Totales	11,2	41,7	41,5	41,4	41,3	41,2	41,0	47,3	67,4	67,4	441
Utilidades Netas YLB	12,4	56,8	56,6	56,3	56,1	55,9	55,7	49,0	52,0	52,0	503
Impuestos + Utilidades YLB	23,6	98,4	98,1	97,7	97,4	97,0	96,7	96,4	119,4	119,4	944

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jorratt (2022).

Fuente: Elaboración propia.

Recuadro V.5 **Estudio de caso 5: proyección de ingresos tributarios del litio en Chile**

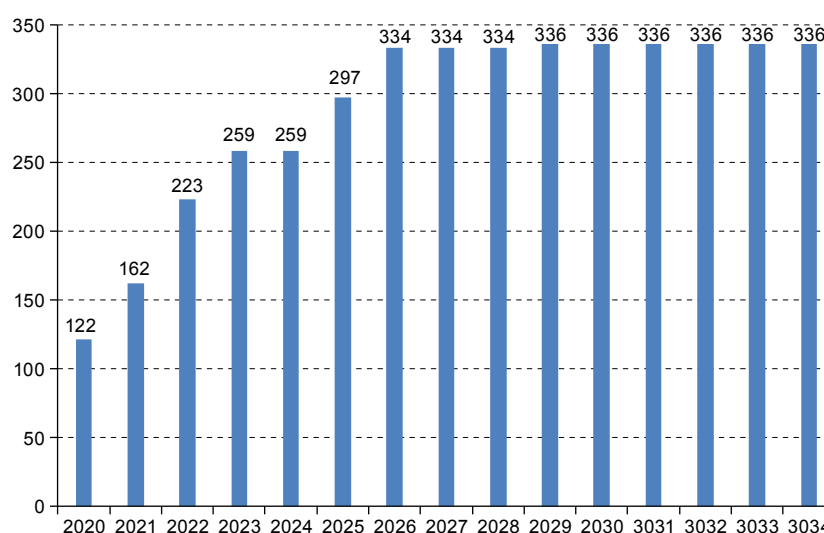
En Chile existen actualmente dos empresas que producen compuestos de litio, SQM y Albemarle, con operaciones en el salar de Atacama. Ambas empresas han realizado proyectos de expansión de su capacidad productiva. SQM amplió su capacidad a 180.000 toneladas de LCE a fines de 2022. Actualmente, la empresa está trabajando para incrementar gradualmente su capacidad instalada hasta las 270.000 toneladas anuales a través de su proyecto "Aumento de Capacidad y Optimización Producción Planta de Litio Carmen", que obtuvo la aprobación ambiental en octubre de 2022. Por otra parte, en 2023 se aprobó la ampliación de capacidad de hidróxido de litio desde 32.000 toneladas hasta 100.000 toneladas anuales, lo que requerirá una inversión total de US\$ 360 millones. Se espera que este incremento esté en funcionamiento en 2025. Esto se suma al anuncio de septiembre de 2022 sobre la compra de una planta en China para producir hasta 30.000 toneladas de hidróxido de litio a partir de sulfato de litio de Chile. Así, SQM tendrá una capacidad proyectada de 130.000 toneladas de hidróxido de litio (COCHILCO, 2023).

Por su parte, Albemarle informó en 2022 el término de la ampliación de su planta de conversión química a carbonato La Negra III/IV en Antofagasta, con la cual incrementaría su capacidad anual por sobre las 80.000 toneladas. A través de las mejoras tecnológicas implementadas, la empresa espera doblar la producción y reducir el consumo de agua dulce en hasta un 30% (COCHILCO, 2023).

Además, existen otros dos proyectos en el salar de Maricunga, ubicado en la región de Atacama, que han completado sus estudios de factibilidad. El Proyecto Blanco, recientemente adquirido por la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) al consorcio formado por Lithium Power International Ltd., Minera Salar Blanco SpA y Bearing Lithium Corp., que proyecta una producción de 20.000 toneladas anuales de carbonato de litio, con una inversión de US\$ 700 millones; y el Proyecto Producción de Sales Maricunga, operado por Simco SpA, que espera producir anualmente 5.700 toneladas de carbonato de litio y 9.100 toneladas de hidróxido de litio, con una inversión total de US\$ 350 millones.

Considerando las iniciativas anteriores, se proyecta que la producción de litio en 2034 alcance a las 336.000 toneladas de LCE, lo que representa un incremento de 175% respecto de la producción registrada en 2020 (véase el gráfico 1).

Gráfico 1
Chile: proyección de oferta de litio, 2020-2034
(En miles de toneladas LCE)



Fuente: Comisión Chilena del Cobre (2023).

Nota: LCE = carbonato de litio equivalente.

A partir de estas proyecciones de oferta, es posible estimar los futuros ingresos tributarios provenientes del litio, usando como fuentes adicionales de información los estados financieros de SQM Salar y el catastro de proyectos de litio para el período 2020-2029.

La producción en los próximos 10 años provendrá principalmente de los dos yacimientos que actualmente están en operación, considerando las ampliaciones antes descritas, más la entrada en operación del Proyecto Blanco. Se ha supuesto que se mantendrá en el futuro el mismo costo de producción unitario (por tonelada de LCE) que el que se deduce de los estados de resultados de los dos últimos años.

Se han considerado también los efectos del acuerdo CODELCO-SQM de diciembre de 2023, según el cual la empresa estatal tendrá derecho a recibir una utilidad correspondiente al beneficio por la comercialización de 33.500 toneladas de venta de LCE anuales de la Sociedad Operativa, durante el período 2025-2030, más el 50% de las utilidades obtenidas por la Sociedad Operativa desde 2031 en adelante.

Respecto de los precios, se evaluarán tres escenarios de precios promedio del período. Un escenario más probable, con un precio promedio de US\$ 20.000 por tonelada de carbonato de litio grado batería, un escenario pesimista con un precio promedio de US\$ 16.000 por tonelada y un escenario optimista con un precio promedio de US\$ 24.000 por tonelada. En el caso del hidróxido de litio, se asume un precio superior en un 30% al del carbonato, consistente con las diferencias observadas en los precios de exportación históricos.

Ahora bien, existe bastante evidencia de que los precios declarados en las ventas a partes relacionadas, que determinan el monto de los impuestos pagados, difieren de los precios de mercado, y es muy probable que eso siga siendo así en el futuro. Es por ello que, para los fines de la proyección, se supondrá que las exportaciones serán valoradas por las empresas mineras con un descuento promedio del 20% respecto de los precios de mercado.

Las proyecciones que utilizan el precio más probable muestran una recaudación tributaria creciente, llegando a US\$ 3.012 millones anuales a partir de 2031. Esta recaudación es 24 veces superior a la registrada en 2020. La recaudación agregada para los 10 años de proyección alcanzaría a los US\$ 27.351 millones. El mayor aporte provendría del royalty pagado a la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), con un 47% de la recaudación total, seguido de ISU con un 26% y la participación de CODELCO con un 16%.

En el escenario de precios optimista la recaudación proyectada llegaría a US\$ 3.833 millones anuales a contar de 2031, totalizando US\$ 34.893 millones a lo largo de los 10 años. A su vez, en el escenario pesimista se proyecta una recaudación de US\$ 2.191 millones anuales a partir de 2031, con un total de US\$ 19.809 millones durante todo el período.

Cuadro 1

Chile: proyección de los ingresos tributarios de la minería del litio, para distintos supuestos de precio promedio, 2025-2034
(En millones de dólares)

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	Total
Escenario medio: precio de 20.000 dólares/t											
ISU	593	698	720	720	724	724	705	705	705	705	7 001
IEAM	144	163	163	163	164	164	166	166	166	166	1 623
Royalty CORFO	1 145	1 285	1 285	1 285	1 293	1 293	1 293	1 293	1 293	1 293	12 756
Participación de CODELCO	194	282	277	277	281	281	701	701	701	701	4 398
Aportes I+D	31	31	31	31	31	31	12	12	12	12	232
Aportes a comunidades	126	134	134	134	135	135	135	135	135	135	1 340
Total	2 234	2 592	2 610	2 610	2 628	2 628	3 012	3 012	3 012	3 012	27 351
Escenario optimista: precio de 24.000 dólares/t											
ISU	735	856	879	879	884	884	865	865	865	865	8 575
IEAM	181	205	205	205	206	206	208	208	208	208	2 038
Royalty CORFO	1 533	1 720	1 720	1 720	1 731	1 731	1 731	1 731	1 731	1 731	17 078
Participación de CODELCO	238	345	341	341	346	346	859	859	859	859	5 392
Aportes I+D	31	31	31	31	31	31	12	12	12	12	232
Aportes a comunidades	148	158	158	158	159	159	159	159	159	159	1 578
Total	2 866	3 316	3 333	3 333	3 356	3 356	3 833	3 833	3 834	3 834	34 893
Escenario pesimista: precio de 16.000 dólares/t											
ISU	452	539	561	561	564	564	546	546	546	546	5 427
IEAM	107	121	121	121	122	122	124	124	124	124	1 210
Royalty CORFO	757	850	850	850	855	855	855	855	855	855	8 434
Participación de CODELCO	151	218	214	214	217	217	544	544	544	544	3 404
Aportes I+D	31	31	31	31	31	31	12	12	12	12	232
Aportes a comunidades	103	111	111	111	111	111	111	111	111	111	1 102
Total	1 602	1 869	1 887	1 887	1 900	1 900	2 191	2 191	2 191	2 191	19 809

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Jorratt (2022).

Fuente: Elaboración propia.

Bibliografía

- Brown, E. C. (1948), "Business-Income Taxation and Investment Incentives", *Income, Employment and Public Policy, Essays in Honor of A.H. Hansen*, edited by Lloyd A. Metzler and others, 300–16. New York: Norton.
- Comisión Chilena del Cobre (2020), "Oferta y demanda de litio hacia 2030", Santiago de Chile, Comisión Chilena del Cobre. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Produccion%20y%20consumo%20de%20litio%20hacia%20el%202030.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Comisión Chilena del Cobre (2023), "El Mercado de Litio. Desarrollo reciente y proyecciones al 2035", Santiago de Chile, Comisión Chilena del Cobre. [https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20del%20Litio%20-%20Proyecciones%20al%202035%20-%20actualizacion%20mayo%202023%2006.06.2023%20con%20RPI%20%20rev%20CRL%20\(002\).pdf](https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20del%20Litio%20-%20Proyecciones%20al%202035%20-%20actualizacion%20mayo%202023%2006.06.2023%20con%20RPI%20%20rev%20CRL%20(002).pdf) [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Consejo Fiscal Autónomo (2023), "Reflexiones sobre los desafíos fiscales del litio en Chile", Nota del CFA número 15, [en línea] <https://www.cfachile.cl/publicaciones/informes-del-cfa/notas-del-cfa/nota-del-cfa-n-15-reflexiones-sobre-los-desafios-fiscales-del-litio-en-chile-02> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- FMI (2012), "Regímenes Fiscales De Las Industrias Extractivas: Diseño Y Aplicación", preparado por el Departamento de Finanzas, Washington D.C., Fondo Monetario Internacional, <https://www.imf.org/-/media/Websites/IMF/imported-publications-loe-pdfs/external/spanish/np/pp/2012/081512s.ashx> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Garnaut, R. y Clunies Ross, A. (1975), "Uncertainty, Risk Aversion and the Taxing of Natural Resource Projects", *The Economic Journal*, Vol. 85, N° 338, pp. 272–87.
- Jones, B., Acuña, F. y Rodríguez, V. (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", Documentos de Proyectos LC/TS.2021/89, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Jorratt, M. (2022), "Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del litio en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile", Documentos de Proyectos LC/TS.2022/14, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.
- Ministerio de Hidrocarburos y Energía (MHE) (2023), "Finaliza la reconstrucción de la planta de carbonato de litio y está lista para su inauguración", comunicado de prensa, 11 de diciembre de 2023 [en línea] <https://www.mhe.gob.bo/2023/12/11/finaliza-la-reconstruccion-de-la-planta-de-carbonato-de-litio-y-esta-lista-para-su-inauguracion/> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Otto, J., Andrews, C. B., Cawood, F. T., Doggett, M., Guj, P., Stermole, F., Stermole, J., Tilton, J. (2006), *Mining Royalties : A Global Study of Their Impact on Investors, Government, and Civil Society*, Directions in development ; energy and mining Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/103171468161636902/Mining-royalties-a-global-study-of-their-impact-on-investors-government-and-civil-society> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Secretaría de Minería (2020), "South America's Lithium Triangle and the Future of the Green Economy", Buenos Aires, Ministerio de Desarrollo Productivo de la República Argentina, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/litio_en_argentina_-_wilson_center_espanol.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].

VI. Transparencia y sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio

Victoria Arias Mahiquez
Carolina Ferreira
Manuel Olivera Andrade⁷⁵

Las actividades productivas que hacen un uso intensivo de los recursos naturales pueden tener un fuerte impacto sobre el medio ambiente. La extracción y producción de compuestos de litio en salares no es la excepción. Las principales preocupaciones relacionadas con esta actividad se concentran especialmente sobre los problemas por el acceso y uso de los recursos hídricos. Los desequilibrios en los acuíferos, en entornos caracterizados por una aridez extrema, pueden afectar sensiblemente los ecosistemas y las

⁷⁵ Victoria Arias Mahiques es abogada, especialista en derecho ambiental de la Universidad Nacional de Buenos Aires, maestranda en energía de la Universidad Nacional del Buenos Aires y diplomada en cambio climático de la Universidad de Quilmes-Universidad Nacional de Jujuy, Coordinadora del área de Recursos Naturales de Fundar, donde previamente fue investigadora senior y es coautora de varias publicaciones relacionadas con la interacción entre comercio, ambiente y cambio climático. Asimismo, fue funcionaria a nivel subnacional en áreas de ambiente y asesora en áreas de innovación del gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. También, se desempeñó como especialista en planificación de políticas públicas en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación de Argentina. Correo electrónico: mvariasmahiques@fund.ar.

Carolina Ferreira es abogada, cuenta con una maestría en regulación de la Pontificia Universidad Católica de Chile y con especializaciones en Desarrollo Sostenible e Industrias Extractivas tanto de la Pontificia Universidad Católica de Chile, como de la Universidad de Columbia. Es consultora experta en litio y minerales críticos para el grupo de minería del Banco Interamericano de Desarrollo en Washington D.C. Su trayectoria profesional abarca tanto organizaciones internacionales y multilaterales como organismos públicos en Chile. Trabajó en el Ministerio de Energía de Chile y, posteriormente, entre 2016 y 2018, lideró la oficina del litio en el Ministerio de Minería de Chile, siendo responsable de la implementación de la Política del Litio y Gobernanza de los Salares. Más tarde, dirigió con éxito la Responsible Lithium Partnership en el Salar de Atacama, proyecto de responsabilidad en la cadena de suministro de minerales. Correo electrónico: carolinafer@iadb.org.

Manuel Olivera Andrade es biólogo con segunda formación en economía, cuenta con una maestría en desarrollo económico de la de la Universidad Mayor de San Andrés y es candidato a doctor en política, sociedad y cultura. Actualmente, es investigador y docente en el área de Transformaciones Territoriales y Ambientales del posgrado en Ciencias del Desarrollo de la Universidad Mayor de San Andrés. Su experiencia de trabajo e investigación se localizan en el altiplano sur, el corredor Ambaró-Madidi y el norte amazónico de Bolivia. Se ha dedicado al estudio del programa boliviano del litio en el sudoeste de Potosí y, desde 2018, se ha involucrado en la investigación del "triángulo del litio" con énfasis en territorialidades, aspectos socioambientales y gobernanza. Su tesis de maestría sobre la gobernanza del litio en Bolivia fue galardonada con el Premio UNESCO Juan Bosch 2015. Correo electrónico: manuel.olivera@cides.edu.bo.

comunidades de los territorios de extracción. Así, los riesgos ambientales pueden ser detonantes de conflictos sociales. Distintos grupos humanos, entre estos, comunidades indígenas, desarrollan actividades productivas y culturales en las zonas aledañas a los salares, como turismo, ganadería y agricultura. Estas actividades pueden verse afectadas sensiblemente por desequilibrios en la fuente de agua dulce, que son generados por la actividad minera en los salares, así como también por otros impactos, como por ejemplo la contaminación por acumulación de desechos o relaves o por deterioro del entorno, que es también contaminación visual y puede impactar negativamente sobre el turismo. En este módulo se presentan y analizan las instituciones y los mecanismos vigentes en Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile para abordar los desafíos ambientales y sociales que plantea el aprovechamiento de salares ricos en litio. Para este análisis, asimismo, se estudian los marcos jurídicos y procedimientos que regulan los sistemas de evaluación de impacto ambiental y los sistemas de participación ciudadana y consulta comunitaria vigentes en los tres países.

A. Lección 1: desafíos sociales y ambientales de la gobernanza del litio

La minería es, junto con otras actividades que hacen uso intensivo de recursos naturales, como la agricultura o la extracción de hidrocarburos, una de las actividades que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente.

Esto plantea desafíos importantes, de distinta naturaleza, para los países en los que esta actividad tiene un peso significativo, así como también para aquellos que aspiran a desarrollarla. Una parte de estos desafíos se manifiesta en tensiones socioambientales crecientes.

En las operaciones mineras en salares, los principales desafíos giran en torno al consumo hídrico, la afectación de las cuencas y la disminución de las aguas subterráneas. Este problema se agudiza por tratarse de territorios extremadamente áridos. Estos riesgos se han profundizado en los últimos años por el proceso de cambio climático.

La acelerada expansión de la minería del litio está generando mayores presiones sobre los ecosistemas que componen los salares y su entorno. Muchas de las comunidades que habitan en las zonas de influencia de estas operaciones vienen alzando su voz, organizándose y movilizándose ante la amenaza de ver afectadas sus condiciones de vida y medios de subsistencia.

Una variedad de factores explica la creciente participación social. Existe una mayor conciencia sobre los problemas que pueden provocar las actividades extractivas, derivada de la creciente importancia de los temas ambientales en la discusión pública. Esto se conjuga con una expansión de los derechos ambientales, que en los países del triángulo del litio poseen rango constitucional, y con una mayor capacidad de organización de la sociedad civil en torno a estos temas. Especialmente, se destacan las comunidades y pueblos originarios que tienen una presencia destacada en las zonas aledañas a los salares.

La cuestión social pone de manifiesto la importancia de contar con procesos de toma de decisiones participativos y transparentes con relación a la gestión de las actividades extractivas. Para ello, se debe garantizar el acceso a una información oportuna de calidad, de manera transparente y adecuada al público, que permita dimensionar el impacto de las actividades extractivas. El derecho a estos mecanismos cuenta con un reconocimiento particular en el caso de los pueblos originarios, que se plasma tanto en la normativa nacional como internacional.

En este marco, se identifican algunas condiciones mínimas que son necesarias para la gobernanza del litio:

- Mecanismos de evaluación de impacto ambiental, que permitan identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos de los proyectos. Este es un procedimiento técnico, pero que requiere la participación oportuna y efectiva de la sociedad en sus distintas etapas.
- Mecanismos apropiados para la implementación e integración de la consulta previa, libre e informada para la participación de las comunidades y pueblos originarios potencialmente afectados en la evaluación y desarrollo de los proyectos.

- Mecanismos de monitoreo y fiscalización incluidos en los planes de gestión ambiental.
- Mecanismos que aseguren el cumplimiento de los acuerdos y, cuando sea necesario, ofrezcan canales para la tramitación de demandas con buenas condiciones de acceso a la justicia.

Sin embargo, las disposiciones normativas y procedimentales no son suficientes para asegurar la calidad de la gobernanza ambiental y social de las operaciones en salares. Se requieren también:

- Competencias técnicas de alta complejidad, dado que los salares son ecosistemas complejos y es necesario fortalecer los perfiles de los profesionales involucrados en su estudio.
- Capacidad de producción, procesamiento y divulgación de información de calidad. Esto es un desafío importante, ya que los salares se encuentran en sitios remotos, muchas veces de difícil acceso. Por ejemplo, es común que el estado delegue en los titulares de las concesiones la tarea de recolectar y proveer información.
- Coordinación interinstitucional. Este proceso involucra una miríada de instituciones públicas. En el caso de Argentina, además, la organización federal del país exige esfuerzos de coordinación entre niveles de gobierno con competencias exclusivas y concurrentes sobre la materia.

La gobernanza social y ambiental de los salares y de la actividad litífera resulta decisiva y debe considerarse como una parte integral de la dimensión productiva. Los procedimientos para la obtención de la licencia ambiental son una condición necesaria para desarrollar la actividad. Junto a ello, la “licencia social” es un elemento clave. Sin embargo, esta licencia no debe pensarse como una carta blanca para desarrollar operaciones a tiempo indeterminado. Por el contrario, como parte de la gobernanza, esta licencia debe concebirse como un proceso continuo, basado en la participación, la transparencia y el acceso a la información a la sociedad en su conjunto, que permita crear y sostener un vínculo de confianza.

B. Lección 2: sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio en Argentina

El marco regulatorio e institucional de los recursos naturales en Argentina, por su organización política federal, tiene características distintivas, lo que lleva a que se configure un sistema de gobernanza multinivel.

En primer lugar, esto impacta en la regulación del recurso. La regulación de la política minera es facultad del Estado Nacional: sólo el Congreso de la Nación puede dictar el Código de Minería, en virtud de lo dispuesto por el art. 75. inc. 12. de la Constitución Nacional. Sin embargo, el art. 124 de la Constitución Nacional establece que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio. Por ello, la regulación nacional en términos de política minera —a través de las normas del Código de Minería— coexiste con la reglamentación y ejecución local. Las jurisdicciones locales adhieren y aplican el Código o publican su propia norma en consonancia con el Código nacional, en ejercicio del dominio de sus recursos.

En ese marco, no existe una regulación nacional específica para el litio. Justamente en ejercicio de esta prerrogativa es que algunas de las provincias en las cuales existen reservas litíferas han desarrollado normativa específica para su tratamiento.

Esta gobernanza multinivel también se manifiesta en la regulación ambiental —incluido el desarrollo de las instancias de participación pública—, cuya base es el art. 41 de la Constitución Nacional. Este artículo establece el derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y el deber de preservarlo. Además, dispone que corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales.

La Ley N° 25.675 “Ley General del Ambiente” (en adelante LGA) define a los presupuestos mínimos como “... toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental...”. El presupuesto mínimo es la base mínima que las provincias deberán tener en cuenta cuando constituyan su orden jurídico ambiental y rigen en todo el territorio nacional. Esta configuración legal tiene como consecuencia que los diferentes niveles de gobierno tengan competencias exclusivas en materia ambiental, pero posean también facultades concurrentes, y eso se plasma en la función legislativa y ejecutiva de cada uno.

Un aspecto crucial a la sostenibilidad de la actividad es la potencial afectación que el desarrollo de los proyectos puede causar en los territorios y condiciones de vida de los pueblos originarios que habitan en el área de influencia.

La Constitución Nacional establece que corresponde al Congreso el respeto de los derechos consagrados en el art. 75 inc. 17, así como los establecidos en los Tratados de Derechos Humanos (ratificados por el art. 75 inc. 22. de la Constitución Nacional). Estos derechos están vinculados a: el reconocimiento de la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos; el respeto a su identidad y el derecho a una educación bilingüe e intercultural; el reconocimiento de la personería jurídica de sus comunidades y la posesión y propiedad comunitarias de las tierras que tradicionalmente ocupan, y regula la entrega de otras aptas y suficientes para el desarrollo humano; y su participación en la gestión referida a sus recursos naturales y a los demás intereses que los afecten. En este punto también existe concurrencia entre las autoridades nacionales y provinciales: la propia Constitución en el art. 75 inc.17 ya citado dispone que “Las provincias pueden ejercer concurrentemente estas atribuciones”.

En síntesis, el marco socioambiental de los proyectos de litio en la República Argentina incluye normas nacionales, provinciales y Tratados:

- Las disposiciones del Código de Minería nacional.
 - Las normas de las jurisdicciones provinciales dictadas en consonancia al Código de Minería.
- Las leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental.
 - Las normas ambientales de las jurisdicciones provinciales dictadas con arreglo a las leyes de presupuestos mínimos.
- Las leyes dictadas por el Congreso de la Nación en ejercicio de la facultad del art. 75 inc.17.
- Los tratados aprobados por el Congreso de la Nación en ejercicio de la facultad del art. 75 inc. 22.
 - Las normas sobre pueblos y comunidades originarias de las jurisdicciones provinciales.

1. Marco Institucional

Las instituciones nacionales clave en la dimensión socioambiental del litio en la Argentina comprenden a las autoridades mineras, ambientales y de pueblos y comunidades.

La Secretaría de Minería tiene a su cargo el diseño e implementación de la política minera nacional. En la temática ambiental, la máxima autoridad nacional es Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que asiste al Poder Ejecutivo en todo lo inherente a la política ambiental, el desarrollo sostenible, la utilización racional de los recursos naturales y la lucha contra el cambio climático.

En relación con los pueblos y comunidades originarias, el Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI) es el organismo nacional responsable de asegurar el ejercicio de la plena ciudadanía de los integrantes de los pueblos indígenas. En su estructura se encuentra la Dirección de Afirmación de los Derechos Indígenas (DADI) que tiene a su cargo promover la participación de los pueblos indígenas en los procesos generadores de políticas públicas que los afecten. Existen, además, otros órganos de consulta y participación, en los que se cuenta con la participación de representantes de los pueblos y comunidades:

- Consejo Asesor: tiene como funciones principales realizar los estudios necesarios acerca de la situación de las comunidades indígenas e individualizar los problemas que las afectan y proponer un orden de prioridades para la solución de los problemas.
- Consejo de Coordinación: se encarga de planificar, coordinar, ejecutar y evaluar las políticas públicas destinadas a las comunidades indígenas y está integrado por un representante de cada pueblo indígena y un representante de cada ministerio con incidencia en la temática.
- Consejo de Participación Indígena: es un ámbito de participación y consulta entre el Estado y los pueblos originarios de Argentina, creado por la Resolución INAI N° 152/04. Está integrado por representantes de los pueblos que habitan en cada provincia, elegidos por las autoridades comunitarias respetando sus pautas organizativas y culturales.

Existen además espacios de concertación a nivel federal que son también relevantes a los fines de consensuar lineamientos de sostenibilidad de la actividad minera.

- El Consejo Federal de Minería (COFEMIN) es un organismo integrado por las provincias y el Estado Nacional⁷⁶ que entre sus funciones tiene a cargo la propuesta de medidas destinadas a lograr la complementación y eficiencia de la acción gubernamental de las distintas jurisdicciones y la promoción de investigaciones y estudios de interés común a las Provincias y a la Nación, intercambiando información técnico-económica relativa al sector⁷⁷.
- El Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) es un ámbito de concertación de políticas ambientales. Está integrado por las provincias signatarias del Acta Constitutiva de 1996, las que adhieran en el futuro, el Estado Nacional y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires⁷⁸.

En relación con el litio específicamente, en marzo de 2021, las tres provincias del noroeste argentino (NOA), que cuentan con reservas de litio, crearon la Mesa del Litio, en cuyo marco se acordó la conformación de la Región Minera del Litio⁷⁹. El acuerdo para crear la Región fue celebrado el 5 de octubre de 2021. Salta lo ratificó en diciembre de 2021 (Ley N° 8.289), Jujuy en mayo de 2022 (Ley N° 6.278) y Catamarca en julio de 2022 (Ley N° 5.756). Entre las subcomisiones temáticas que se anunciaron se encuentran Infraestructura; Desarrollo de Proveedores; Regalías y Tributos; Minería, Ambiente y Agua, Ciencia y Tecnología; Educación y Trabajo (Freytes y otros, 2022).

2. Evaluación de impacto ambiental: instancias de participación pública, procesos y actores claves

A nivel federal, la evaluación de impacto ambiental (EIA) ha sido definida como el proceso que permite identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que un proyecto de obra o actividad puede causar al ambiente, en el corto, mediano y largo plazo, previo a la toma de decisión sobre su ejecución (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019). Aquí también hay que considerar como las diferentes fuentes se interrelacionan. El Código de Minería prevé en el Título XIII las “Normas para la Protección Ambiental de la Actividad Minera”, que reglamenta la estructura de los Informes de Impacto Ambiental (IIA) correspondientes a las etapas de prospección, exploración y explotación. (Anexos I, II, III y IIIa)⁸⁰.

⁷⁶ Artículo 11, Ley N° 24.224 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/623/norma.htm>.

⁷⁷ Artículo 4 del reglamento de COFEMIN.

⁷⁸ Artículo 25, Ley N° 25.675 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>.

⁷⁹ Un antecedente a esta iniciativa fue lo dispuesto en el Nuevo Acuerdo Federal Minero del 13 de junio de 2017 que en su artículo 26 conforma la “Mesa de Litio en Salares” como instancia de diálogo en el marco del COFEMIN. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/acuerdo_federal_minero_firmado.pdf.

⁸⁰ Cuando se habla de EIA se está haciendo referencia al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, mientras que cuando se hace referencia a Informe (IIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), se trata del documento técnico a presentar por el proponente del proyecto en el marco del procedimiento.

A estos requerimientos, deben sumarse los establecidos por la LGA, que fue sancionada de manera posterior a las normas del Código de Minería y que incorpora al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental como uno de los instrumentos de política y gestión ambiental nacional (art. 8). Los sujetos obligados (personas físicas o jurídicas) darán inicio al procedimiento con la presentación de una declaración jurada, en la que se manifieste si las obras o actividades afectarán el ambiente. Las autoridades competentes determinarán la presentación de un estudio de impacto ambiental, cuyos requerimientos estarán detallados en la ley particular y, en consecuencia, deberán realizar una evaluación de impacto ambiental y emitir una declaración de impacto ambiental en la que se manifieste la aprobación o rechazo de los estudios presentados (art. 12).

Conforme al ya citado art. 124 de la Constitución Nacional, la instrumentación y la reglamentación del procedimiento es realizada por parte de las autoridades provinciales. Cada provincia regula y evalúa el impacto de los proyectos sobre su territorio. Por ello, si bien los contenidos de los estudios de impacto ambiental son establecidos a partir del mínimo definido en la LGA, esto es, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos (art. 13), se complementan y/o detallan en la normativa provincial. En 2022, el COFEMIN acordó criterios comunes para caracterizar el estado de avance de los proyectos en cada etapa y dispuso que las Autoridades Mineras Provinciales deben certificar que cada proyecto cumpla las leyes mineras y ambientales vigentes (Consejo Federal de Minería (COMEFIN), 2022).

Por ello, en el caso de los proyectos mineros, y del litio en particular, se debe tener en cuenta que el marco regulatorio ambiental se encuentra conformado por: los requisitos establecidos por las normas de protección ambiental incorporadas en el Código de Minería; las normas de las jurisdicciones provinciales dictadas en consonancia al Código de Minería; las pautas de las normas de presupuestos mínimos —establecidas en la LGA y/o las que se dicten en el futuro; las normas de EIA de cada jurisdicción dictadas con arreglo a las leyes de presupuestos mínimos.

Esta relación entre las normas es muy relevante, porque implica que cualquier modificación a nivel nacional de las normas señaladas va a impactar en la evaluación de los proyectos a nivel local, y que cualquier modificación local debe ajustarse a las pautas nacionales.

3. Participación pública

El Título XIII del Código de Minería no hace referencia al desarrollo de instancias de participación pública en el marco de la presentación de los informes de impacto ambiental. Sin embargo, esta etapa es contemplada como requisito en la normativa ambiental argentina (art. 20 de la LGA), y se considera transversal a todo el procedimiento. La participación ciudadana deberá asegurarse, principalmente, en los procedimientos de EIA y en los planes y programas de ordenamiento ambiental del territorio, en particular, en las etapas de planificación y evaluación de resultados (art. 21).

Por su parte, por el principio de congruencia (art. 4) —según el cual, la legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la LGA; y, en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga—, y siendo que la LGA es de orden público, y sus disposiciones se utilizan para la interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia, las instancias de participación pública deben cumplimentarse también en la evaluación de impacto ambiental de los proyectos mineros (aun cuando la normativa provincial no lo prevea)⁸¹.

⁸¹ Este aparente vacío o contradicción de la normativa minera con la LGA ha sido resuelto por la Corte Suprema de Justicia de la Nación. Dispuso que se debe tender a la vigencia de las normas en la medida que se encuentren abastecidas las pautas previstas en la Ley N° 25.675 (en este caso, había sido impugnada la norma provincial que establecía la instancia de participación pública). "La exigencia de la aprobación expresa, previa audiencia pública, del estudio de impacto ambiental establecido en los arts. 6 y 7 de la Ley N° 4.032 del Chubut antes del inicio de las actividades no contradice lo previsto por las leyes nacionales 24.585" en "Villivar, Silvana Noemí c/ Provincia de Chubut y otros". <http://www.sajj.gob.ar/corte-suprema-justicia-nacion-federal-ciudad-autonoma-buenos-aires-villivar-silvana-noemi-provincia-chubut-otros-fao7000219-2007-04-17/123456789-912-0007-oots-eupmocsollaf>.

Respecto a la información vinculada a los aspectos ambientales de los proyectos mineros, un elemento clave para la participación pública es garantizar el acceso a la información ambiental de los proyectos mineros. El Código de Minería indica que la autoridad de aplicación estará obligada a proporcionar información a quien la solicite respecto de la aplicación de las disposiciones de esa sección (art. 268).

Por su parte, la LGA indica que las personas físicas y jurídicas, públicas o privadas, deberán proporcionar la información que esté relacionada con la calidad ambiental y referida a las actividades que desarrollan y que todo habitante podrá obtener de las autoridades la información ambiental que administren y que no se encuentre contemplada legalmente como reservada (art.16). En esa línea, se dictó la Ley N° 25.831, que establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para garantizar el derecho de acceso a la información ambiental y que la define como “toda aquella información en cualquier forma de expresión o soporte relacionada con el ambiente, los recursos naturales o culturales y el desarrollo sustentable. En particular: a) El estado del ambiente o alguno de sus componentes naturales o culturales, incluidas sus interacciones recíprocas, así como las actividades y obras que los afecten o puedan afectarlos significativamente; b) Las políticas, planes, programas y acciones referidas a la gestión del ambiente” (art.2º). Esta ley, al ser de presupuestos mínimos, se aplica como piso mínimo en todo el país, independientemente de si la jurisdicción cuenta o no con una normativa complementaria propia.

a) Iniciativas de acceso a la Información

La autoridad nacional minera implementó el Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera en Argentina (SIACAM) (2023) como plataforma que condensa datos de la actividad minera a nivel nacional. Con ese fin, se articula la generación y divulgación de información entre el Ministerio de Desarrollo Productivo (actualmente, Ministerio de Economía), el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), el Instituto Geográfico Militar, el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) y las oficinas estadísticas provinciales y otras dependencias nacionales y provinciales⁸².

El tablero de Sustentabilidad del SIACAM incluye datos sobre energía, emisiones y agua. El tablero incluye una categoría adicional de “otros indicadores” en donde se reporta si el proyecto cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la Autoridad; si se informa la realización de instancias de participación ciudadana; energías renovables; implementación de políticas de mitigación al cambio climático; adopción de medidas de transparencia para el sector minero; iniciativas de derechos humanos; políticas de género e inversión social (Ministerio de Economía y Fundar, 2023).

Argentina forma parte de EITI (véase el capítulo V) desde 2019. La iniciativa está conformada por la Secretaría Técnica Nacional y un Grupo Multipartícipe (integrado por el sector público, la industria y la sociedad civil), bajo la premisa de que los recursos naturales deben beneficiar a los ciudadanos. A partir de su adhesión, Argentina se comprometió a garantizar la divulgación íntegra de información en toda la cadena de valor de las industrias extractivas, aunque solicitó una implementación adaptada del Estándar EITI dividiéndola en dos etapas. En la primera, se busca reportar y divulgar la información a nivel nacional e incluir información pública disponible de las provincias. En la segunda, con la adhesión voluntaria de las provincias, se aspira a ampliar el alcance, volumen y calidad de la información (Ministerio de Economía y Fundar, 2023). Respecto a las provincias litíferas, dos de ellas, Catamarca y Salta han adherido al Estándar EITI.

Además, se debe atender a los estándares establecidos por el Acuerdo Regional sobre el acceso a la Información, la Participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe —conocido como “Acuerdo de Escazú”—⁸³, que al haber sido ratificado a través de la Ley N° 27.566, resulta ley vigente en la República Argentina. Este Acuerdo dispone que cada parte “adoptará medidas para asegurar que la participación del público sea posible desde etapas iniciales del proceso de toma de decisiones, de manera que las observaciones del público sean debidamente consideradas

⁸² La plataforma de SIACAM puede visitarse en <https://www.argentina.gob.ar/economia/mineria/siacam>.

⁸³ Este Acuerdo Regional, originado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) y fundamentado en el Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992, cuenta con la firma de 24 países y habiendo sido ratificado por 12 países, entre ellos Argentina, entró en vigor el 22 de abril de 2021.

y contribuyan en dichos procesos. A tal efecto, cada Parte proporcionará al público, de manera clara, oportuna y comprensible, la información necesaria para hacer efectivo su derecho a participar en el proceso de toma de decisiones.” (art. 7, ap. 4).

El Acuerdo detalla de manera especial la presentación de esa información, focalizando en la profunda interrelación entre el derecho de acceso a la información y el de la participación pública: “El público será informado de forma efectiva, comprensible y oportuna, a través de medios apropiados, que pueden incluir los medios escritos, electrónicos u orales, así como los métodos tradicionales, como mínimo sobre: el tipo o naturaleza de la decisión ambiental de que se trate y, cuando corresponda, en lenguaje no técnico; la autoridad responsable del proceso de toma de decisiones y otras autoridades e instituciones involucradas; el procedimiento previsto para la participación del público, incluida la fecha de comienzo y de finalización de este, los mecanismos previstos para dicha participación, y, cuando corresponda, los lugares y fechas de consulta o audiencia pública; y d) las autoridades públicas involucradas a las que se les pueda requerir mayor información sobre la decisión ambiental de que se trate, y los procedimientos para solicitar la información” (art. 7, ap. 6). Sin embargo, debe indicarse que existen desafíos para su implementación. A nivel nacional, el marco normativo vigente no cubre por completo todos los estándares regulados por el Acuerdo de Escazú, y a nivel provincial, en general no se han identificado normas emanadas por la autoridad minera que establezcan regulaciones especiales para las instancias participativas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022).

b) Consulta previa, libre e informada: proceso (etapas) y actores claves

Uno de los aspectos de mayor tensión en la evaluación de los impactos ambientales y sociales de los proyectos mineros se manifiesta en la relación con las comunidades y pueblos originarios⁸⁴ que habitan el área de influencia de los proyectos de explotación. Esto se ha manifestado en particular en la planificación y ejecución de los proyectos de minería de litio en la Puna Argentina (Marchegiani, Höglund Hellgren y Gómez, 2017). En la actualidad, según datos del INAI, entre Jujuy (298), Salta (521) y Catamarca (11) se registran 830 comunidades, cifra que representa el 44% del total de comunidades registradas en el país.

Mapa VI.1
Argentina: relevamiento de comunidades indígenas identificadas por provincia, 2023



Fuente: Sobre la base de Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI) (2023).

⁸⁴ Es importante diferenciar el concepto de “comunidad” del de “pueblo”. “Pueblo” se refiere al conjunto de familias y comunidades indígenas identificadas con una historia común anterior al nacimiento de la Nación Argentina. Posee una cultura y organización social propia. Se vinculan con una lengua y una identidad distintiva. Habiendo compartido un territorio común, conservan actualmente parte de este mismo, a través de sus comunidades. Por su parte, la denominación “pueblo originario” hace mención a los pueblos que existieron y poblaron diferentes lugares del mundo antes de la Conquista. Cuando se hace referencia a una “comunidad” se está hablando de un conjunto de familias o grupos convivientes que se auto identifican pertenecientes a un pueblo indígena, que presentan una organización social propia, comparten un pasado cultural, histórico y territorial común (Secretaría de Cultura de la Nación, 2018).

Confluyen en los conflictos tres cuestiones: el reconocimiento de la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos; el reconocimiento de la personería jurídica de sus comunidades y la posesión y propiedad comunitarias de las tierras que tradicionalmente ocupan; su participación en la gestión referida a sus recursos naturales. Sobre estos puntos existe un profuso marco normativo. La Ley N° 23.302, sobre Política Indígena y apoyo a las Comunidades Aborígenes declara de interés nacional la atención y apoyo a los aborígenes y a las comunidades indígenas existentes en el país, y su defensa y desarrollo para su plena participación en el proceso socioeconómico y cultural de la Nación y reconoce personería jurídica a las comunidades indígenas radicadas en el país. Además, el Código Civil y Comercial establece que las comunidades indígenas reconocidas tienen derecho a la posesión y propiedad comunitaria de las tierras que tradicionalmente ocupan y de aquellas otras aptas y suficientes para el desarrollo humano según lo establezca la ley (art.18).

En la Argentina, es ley vigente el Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes⁸⁵. Este Convenio establece la obligación de la consulta conocida como Consulta Previa Libre e Informada (CPLI): “1. Al aplicar las disposiciones del presente Convenio, los gobiernos deberán: a) consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles directamente; b) establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misma medida que otros sectores de la población y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernen; c) establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin. 2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas (art. 6)”⁸⁶.

El Convenio indica que “los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse especialmente. Estos derechos comprenden el derecho de esos pueblos a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos. En caso de que pertenezca al Estado la propiedad de los minerales o de los recursos del subsuelo, o tenga derechos sobre otros recursos existentes en las tierras, los gobiernos deberán establecer o mantener procedimientos con miras a consultar a los pueblos interesados, a fin de determinar si los intereses de esos pueblos serían perjudicados, y en qué medida, antes de emprender o autorizar cualquier programa de prospección o explotación de los recursos existentes en sus tierras. Los pueblos interesados deberán participar siempre que sea posible en los beneficios que reporten tales actividades, y percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de esas actividades” (art.15).

Respecto al proceso de implementación de la CPLI, debe tenerse presente que, según los estándares de la OIT, los procesos de consulta son responsabilidad del Estado y deben realizarse antes de otorgar permisos o concesiones con respeto a los idiomas y tradiciones locales e involucrando a las instituciones locales representativas. Respecto a los actores involucrados en el proceso, la OIT señaló que, dada la diversidad de los pueblos indígenas, el Convenio no impone un modelo de institución representativa, lo importante es que estas sean el fruto de un proceso propio e interno de los pueblos indígenas (véase el cuadro VI.1).

⁸⁵ Aprobado mediante Ley N° 24.071 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/470/norma.htm>.

⁸⁶ Además, se debe considerar la Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas de 2007 (A/RES/61/295), que no obstante ser un instrumento no vinculante, establece el derecho a la libre determinación de los pueblos indígenas. Dispone que los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado. (art.19). En particular, señala que los pueblos indígenas tienen derecho a determinar y elaborar las prioridades y estrategias para el desarrollo o la utilización de sus tierras o territorios y otros recursos. (art.32, inc.1) y que los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos minerales, hídricos o de otro tipo. (art.32, inc.2).

Cuadro VI.1
Principios para la implementación de la consulta previa libre e informada

Principios de la CPLI	Implementación
Previa	Debe realizarse de manera anterior a la medida que se consulta.
Informada	La información que se suministre debe abarcar alcance, objetivos, zonas afectadas, impactos, riesgos, distribución de beneficios, etc. Debe ser adecuada y suficiente para permitir un análisis completo y claro.
De buena fe	Es necesario que el proceso se de en un marco de confianza y respeto.
Adecuada y accesible	Debe tener en cuenta las costumbres, tradiciones y métodos tradicionales de toma de decisiones, las limitaciones materiales y temporales. Se deben prever los tiempos necesarios para que la participación sea efectiva y significativa.
A través de las instituciones representativas indígenas	Se debe manejar un concepto flexible de representatividad que surge de los propios procesos internos, por eso puede haber más de una representación de un pueblo o comunidad.
Sistémica y transparente	Las consultas se deben llevar adelante de forma procedimental, formal, sistémica, que permita ser replicable y no genere arbitrariedades en su desarrollo.
Son transversales	Los principios deben ser observados a lo largo de todo el proceso.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019).

Sin embargo, existen brechas entre el abundante marco normativo correspondiente a la CPLI (véase el cuadro VI.2) y las prácticas en los territorios (Pragier, 2019). Son las empresas y no los Estados quienes lideran los procesos de articulación con las comunidades. En muchos casos, prevalecieron como forma de vinculación los mecanismos de responsabilidad social empresarial, a través de los que se realizan obras de infraestructura para las comunidades (Marchegiani, 2018).

Cuadro VI.2
Argentina: marco normativo ambiental y social que contempla la participación de pueblos y comunidades originarias

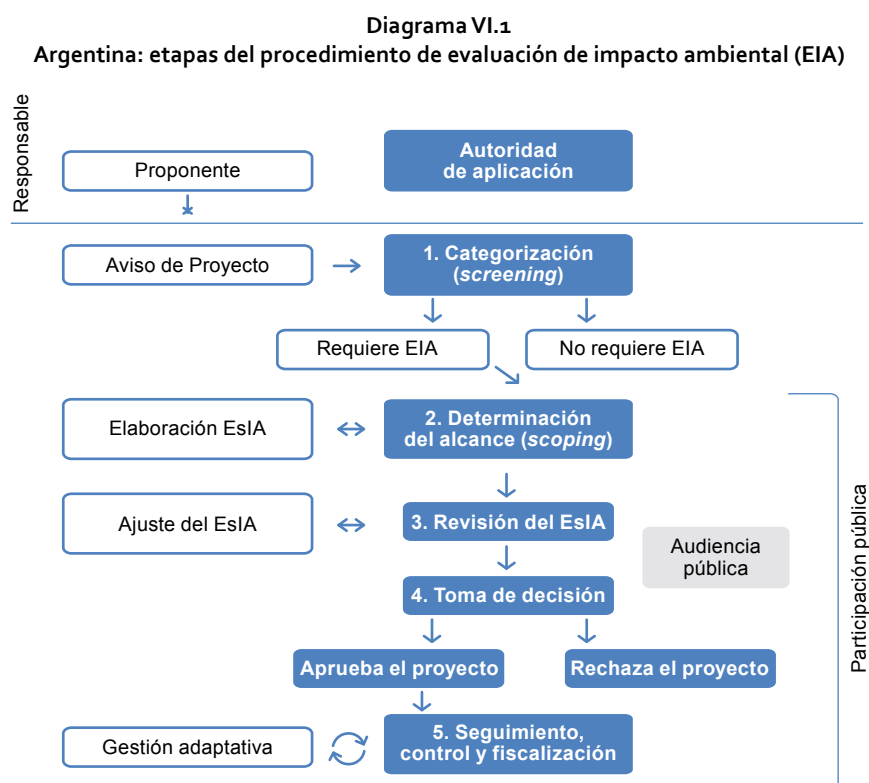
Convenio de Diversidad Biológica (ratificado por Ley N° 24.375)	Establece el consentimiento previo, libre e informado para el acceso al conocimiento tradicional, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales.
Ley N° 25.517 de Restos mortales y emprendimientos científicos	Requiere el consentimiento expreso de las comunidades frente a todo emprendimiento científico que las tenga por objeto, incluyendo su patrimonio histórico y cultural.
Ley N° 26.160 sobre Relevamiento territorial indígena	Declara la emergencia en materia de posesión y propiedad de las tierras que tradicionalmente ocupan las comunidades indígenas del país.
Ley N° 26.331 de Presupuestos mínimos de Protección de Bosques Nativos	Obliga a tener en cuenta el valor que las comunidades indígenas dan a las áreas de bosques y el uso que pueden hacer para su supervivencia y el mantenimiento de su cultura (criterio de sustentabilidad) en el ordenamiento territorial que deben realizar las provincias. En los estudios de impacto ambiental para desmontes o aprovechamiento sostenible debe incluirse la situación actualizada de los pueblos indígenas de la región. Previo a la autorización de desmontes, se deben realizar consultas o audiencias públicas, según LGA, y garantizar acceso a la información de pueblos indígenas.
Acuerdo de Escazú (ratificado por Ley N° 27.566)	Cada parte garantizará el respeto de su legislación nacional y de sus obligaciones internacionales relativas a los derechos de los pueblos indígenas y comunidades locales.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, si bien el Convenio N° 169 es ley en la Argentina, la CPLI no se encuentra reglamentada: no se ha definido su metodología, así como tampoco las consecuencias de llevar adelante el proceso y no obtener el consentimiento. Además, no existen pautas comunes sobre cómo integrar el proceso de CPLI con los procesos de EIA, por lo que su desarrollo varía de provincia a provincia.

c) Fiscalización, rendición de cuentas y transparencia

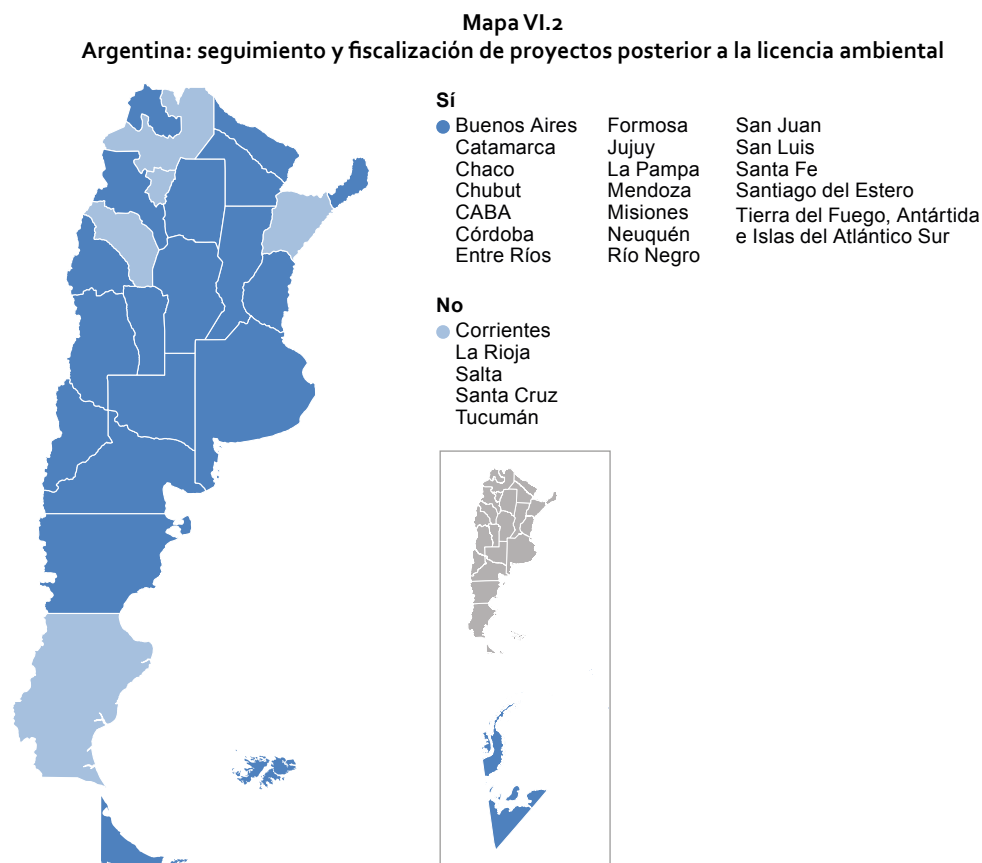
Desde la normativa ambiental, el procedimiento de EIA cuenta con varias etapas, que varían de acuerdo con el marco normativo que disponga cada una de las jurisdicciones. Sin embargo, pueden señalarse como comunes a todas las regulaciones provinciales: i) etapa de categorización; ii) determinación del alcance; iii) revisión del estudio de impacto ambiental (EsIA); iv) toma de decisión; y v) de seguimiento, control y fiscalización (véase el diagrama VI.1). La participación pública se considera una etapa transversal a todo el procedimiento.



Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019).

La etapa de seguimiento, control y fiscalización encuentra su fundamento legal en la LGA, que indica que: “Los estudios de impacto ambiental deberán contener, como mínimo, una descripción detallada del proyecto de la obra o actividad a realizar, la identificación de las consecuencias sobre el ambiente, y las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos” (art.13). En esta etapa, el promotor del proyecto implementa las medidas de gestión ambiental establecidas en el Plan de Gestión Ambiental (PGA) y las determinadas por la autoridad al momento de la aprobación del proyecto. El documento central de esta etapa es el PGA, que es el documento que planifica la ejecución de las medidas de mitigación y las acciones de monitoreo para las etapas de construcción, operación y cierre. El PGA es una herramienta destinada a asegurar la adecuada gestión ambiental en función de los impactos evaluados en los distintos componentes (medio físico; biológico; socioeconómico; cumplimiento legal ambiental; componentes de obra; específicos de gestión de corrientes residuales y las medidas propuestas para abordarlos; capacitación y educación ambiental; contingencias y emergencias; plan de cierre; Sistema de Información Ambiental; plan de compensaciones) (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2019).

Como se ha señalado, esta etapa adopta diferentes características de acuerdo con el marco normativo provincial y cómo éste determine cuales son las áreas intervinientes (véase el mapa VI.2).



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (2020).

Respecto a la etapa de fiscalización de los aspectos ambientales de los proyectos mineros, el Código de Minería argentino prevé que los equipos, instalaciones, sistemas, acciones y actividades de prevención, mitigación, rehabilitación, restauración o recomposición ambiental, consignadas por el responsable e incluidas en la Declaración de Impacto Ambiental constituirán obligación del responsable y serán susceptibles de fiscalización de cumplimiento por parte de la autoridad de aplicación (art. 258) e incluye como parte del contenido del Informe Ambiental a presentar a las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación, restauración o recomposición del medio alterado, según correspondiere (art.262). Es importante destacar que no debe confundirse la fiscalización que realiza la autoridad de aplicación en el ejercicio de su competencia, con las instancias de auditorías y revisiones internas que ejecuta el proponente en el marco de la implementación del PGA. Por su parte, la participación de los distintos actores es otra instancia de seguimiento, y las buenas prácticas (OECD, 2017) recomiendan que el PGA debe elaborarse y contar con etapas de seguimiento participativos, existiendo reportes sobre experiencias llevadas a cabo en proyectos del sector minero de Argentina (Pareja, Xavier y Daitch, 2019) e incluso normativa provincial que lo prevé⁸⁷.

d) Marco regulatorio e institucional de las provincias argentinas con reservas litíferas identificadas

Las reservas litíferas en la Argentina se encuentran distribuidas en diversos salares ubicados en las provincias de Jujuy, Salta y Catamarca (véase el capítulo I). Cada una de estas provincias cuenta un marco normativo distinto (véase el cuadro VI.3).

⁸⁷ Como es el caso de la provincia de Catamarca, a través de la Resolución de la Secretaría de Estado Minería N° 330/2016.

Cuadro VI.3
Argentina: marco normativo que regula los aspectos ambientales y sociales de la minería de litio en Jujuy, Salta y Catamarca

	Jujuy	Salta	Catamarca
Actividad Minera: Regulación de aspectos ambientales generales	Decreto N° 1.927-E-1996. Aprueba la normativa y presupuestos mínimos que complementan y reglamentan las disposiciones de la Ley de Protección Ambiental para la Actividad Minera N° 24.585. Decreto N° 7.751-DeyP-2023. Reglamenta la Ley N° 5.063 para Protección Ambiental de la Actividad Minera. Deroga Decreto 5.772-P-2010. Establece la Autoridad de aplicación UGAMP. Categorización de proyectos para el proceso de evaluación. Entre su contenido se encuentra: Minería social. Prospección y exploración inicial. Exploración avanzada. Explotación de mediana y gran escala. Contenido, elaboración y presentación del Informe de Impacto Ambiental. Procedimiento para la Evaluación del Informe de Impacto Ambiental. Adendas. Instancias de participación, información y consulta, comunidades. Área de Influencia. Línea de base y monitoreo. Medidas de cierre. Transparencia y acceso a la información pública ambiental minera. Inspecciones, infracciones y sanciones.	Ley N° 7.141. Ley de procedimiento minero. En relación las normas de protección ambiental, se remite del Código de Minería Nacional "...deberán dar cumplimiento a los requisitos que en materia de protección ambiental establece el Título XIII, Sección Segunda del Código de Minería." Decreto N° 1342/97. Aprueba las normativas básicas y presupuestos mínimos que complementan la Ley Nacional N° 1.414 y designa como autoridad de aplicación para la actividad minera a la Secretaría de Minería de la Provincia de Salta (modificado por Resolución N° 019/2.019). Resolución N° 201/09. Establece la Zonificación para la Prospección, Exploración, Extracción y Beneficio de Minerales Metalíferos. Tiene anexos con los requisitos para los Informes de Impacto Ambiental. Resolución N° 172/10. Aprueba el Instructivo de presupuestos mínimos sobre las normativas para la elaboración de Informes de Impacto Ambiental (IIA) en sus distintas etapas. Resolución N° 343/15. Determina condiciones de presentación de IIA para diferentes actividades mineras (incluye salares). Resolución N° 04/18. Aprueba el reglamento de atribuciones, procedimientos y mecanismos de monitoreo socioambiental para las actividades mineras de explotación avanzada y extracción que tengan influencia en los territorios de la Zona Minera 1. Resolución N° 235/18. Crea Mesas de Trabajo Social para Implementar acciones de Vinculación y Responsabilidad Social Empresaria. Resolución N° 19/19. Establece requisitos para IIA y para Estudios de Impacto Ambiental y Social Acumulativos. Resolución N° 120/20. Aprueba el reglamento de Audiencia Pública (modificado por Resolución N° 211/21).	Ley N° 5.682. Dispone que "Corresponderá a la repartición encargada de la Gestión Ambiental Minera, la supervisión medioambiental en el marco de la Ley Nacional N° 24.585 de protección ambiental para la actividad minera y de las leyes provinciales respectivas..." Resolución N° 64/07. Establece procedimientos para monitoreos de agua, suelo y aire. Resolución SEM N° 119/10. Aprueba la Guía para la presentación de programas de control de riesgos técnicos o ambientales para la industria minera; Grados de conformidad de controles. Resolución N° 998/14. Aprueba la Guía de presentación para programa de control de factores socioeconómicos para las empresas mineras. Resolución SEM N° 081/11. Establece requisitos generales para la presentación de Informes de Impacto Ambiental (IIA).

	Jujuy	Salta	Catamarca
Actividad Minera: Regulación Litio	Ley N° 6.138. Ratifica el Derecho N° 9.194-DEyP-19, mediante el cual se declara a las reservas minerales que contengan Litio como recurso natural estratégico generador del desarrollo socioeconómico de la Provincia de Jujuy. Ley N° 6.278. Ratifica el Decreto N° 5.360-DEyP-2022 de aprobación del Tratado Interprovincial de Creación de la Región Minera del Litio.	Ley N° 8.289. Aprueba el Tratado Interprovincial de creación de la región minera del litio, suscripto entre las provincias de Jujuy, Catamarca y Salta.	Ley N° 5.756. Aprueba el Tratado Interprovincial de creación de la región minera del litio, suscripto entre las provincias de Jujuy, Catamarca y Salta. Resolución N° 449/20. Aprueba la Guía para la Gestión Integral y Aprovechamiento Sustentable de Salmueras.
Evaluación de Impacto Ambiental: Regulación General	Ley N° 5.063. Ley General del Medio Ambiente de Jujuy. Prevé la EIA como instrumento.	Ley N° 7.070. Ley de protección del Medio Ambiente. Decreto Reglamentario N° 3.097 y Decreto N° 1.567/03. Decreto provincial N° 448/09. Establece un instructivo de presupuestos mínimos sobre las normas para la elaboración del IIA en sus diversas etapas.	Disposición N° 74/10. Regula el procedimiento de evaluación de impacto ambiental (estudios de impacto ambiental; Informes de Impacto o Planes de Gestión).
Participación Pública: Regulación General	Ley N° 5.063. Prevé instancias de participación ciudadana. Decreto N° 5.980. Reglamenta la Ley N° 5.063. Ley N° 5.317. Regula audiencias públicas.	Ley N° 7.070. Prevé la audiencia Pública como instancia previa a la emisión del Certificado de Aptitud Ambiental.	Disposición N° 74/10. Determina como una etapa del procedimiento Instancia de Participación Pública (I.P.P.) Resolución SEM N° 330/16. Establece la implementación de participación ciudadana bajo diferentes modalidades) (aplicable a actividad minera). Disposición DIPGAM DSPR-2021-3-E- Aprueba los Lineamientos para la ejecución de la participación ciudadana: Consulta y Audiencia Pública. Resolución N° 503/21. Establece la presentación de información acerca de: mano de obra, contribuciones y aportes, compras y servicios contratados, programas y acciones de responsabilidad social empresarial (RSE).
Pueblos y comunidades originarias: Regulación General	Decreto N° 70-6-15. Crea la Secretaría de Pueblos Indígenas.	Ley N° 7.121. Ley de Desarrollo de los Pueblos Indígenas.	Ley N° 5.138. Establece la adhesión a la Ley Nacional 23.302, sobre Política Indígena y Apoyo a las Comunidades Aborígenes.

Fuente: Elaboración propia.

En virtud de lo dispuesto por la Constitución Nacional en sus artículos 121 y 122, y como consecuencia del esquema federal de competencias, cada provincia estructura orgánica y funcionalmente sus departamentos gubernamentales y tiene un diseño institucional particular. Como consecuencia de ello, varían no solo las denominaciones de los organismos que revisten el carácter de autoridad en las materias, sino muchas veces la dependencia funcional⁸⁸.

Las tres provincias litíferas cuentan con una norma particular que atribuye a la autoridad minera la competencia ambiental para la sustanciación del procedimiento de EIA. En ese marco, se llevan adelante

⁸⁸ Una figura relevante en el diseño institucional provincial es el Juez de minas que, dependiendo de la provincia, forma parte del Poder Judicial o se encuentra en la órbita administrativa (como Juzgado de Minas). Sus funciones varían de acuerdo con la provincia, ya que en algunos casos reciben las solicitudes de permisos de explotación y resuelven sobre los derechos de adquisición de los terrenos por parte de los mineros, entre otras funciones, o bien entienden en ciertos recursos previstos en el Código de Procedimiento Minero.

las instancias de participación pública. Las tres jurisdicciones prevén la intervención de la autoridad ambiental en el proceso de evaluación, y una de ellas institucionalizó la intervención intergubernamental en una unidad integrada por representantes de distintos ministerios.

Debe indicarse que, con mayor o menor impulso, las tres jurisdicciones se encuentran en proceso de revisión o fortalecimiento de sus regulaciones sobre el tema. En particular, las reformas se han centrado en la mejora de los procedimientos de EIA, en el desarrollo de las instancias de participación pública, y en el fortalecimiento de los sistemas de fiscalización. Esto resulta relevante ya que a medida que se ha ido expandiendo el desarrollo de los proyectos de minería del litio en la Argentina, han surgido demandas y conflictos que, por un lado apuntan a los desequilibrios ecológicos y comunitarios generados por el sobreconsumo hídrico en territorios extremadamente áridos (Dente y Martínez, 2018) y que, por otro, dan cuenta de las limitaciones en la disponibilidad, accesibilidad y/o ausencia de información ambiental fiable (De Francesco, 2018) que permita a las poblaciones locales dimensionar los impactos ecológicos, económicos y sociales provocado (Flexer, Baspineiro y Galli, 2018). La literatura apunta que son estas brechas de implementación entre lo dispuesto en el marco normativo y la práctica territorial los desafíos de gobernanza del desarrollo de los proyectos de litio (Clavijo y otros, 2022).

La heterogeneidad en el grado de formalización que tienen los procesos provinciales, el estatus jurídico, la naturaleza organizativa y las experiencias previas de las comunidades, así como la participación y vinculación temprana en los procesos han determinado que los proyectos de minería de litio en la región tengan diferentes características y caminos (véanse los recuadros VI.1 y VI.2).

Recuadro VI.1

Estudio de caso 1: proyecto Fénix y su adhesión a IRMA

Los cuestionamientos a la gestión ambiental y social de la minería se han traducido también en un esfuerzo por parte del sector privado para mejorar las prácticas de la actividad. En ese sentido, a nivel global existen muchos estándares y marcos de presentación de informes, entre los que se puede mencionar: las Normas de Desempeño sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por sus siglas en inglés)^a; los Principios Mineros del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por sus siglas en inglés)^b; la Guía de Debida Diligencia de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para Cadenas de Suministro Responsables de Minerales en las Áreas de Conflicto o de Alto Riesgo^c; los Estándares de la Iniciativa de Reporte Global (Global Reporting Initiative)^d; y la Iniciativa Hacia una Minería Sostenible (TSM por sus siglas en inglés) de la Asociación Minera de Canadá^e. La literatura señala que su implementación es compleja (Heller, Elkind y Lamm), ya que los requerimientos se superponen y en su mayoría se encuentran limitados a una adhesión voluntaria. Sin embargo, en los últimos años, se ha registrado un aumento en la adhesión a estas por parte de las empresas mineras.

Dentro de las iniciativas centradas en la sostenibilidad se destaca el Estándar para la Minería Responsable de la Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable (IRMA, por sus siglas en inglés). IRMA es una organización global, con una gobernanza multi-actor^f que gestiona los estándares de buenas prácticas para la minería de escala industrial y el sistema de auditorías externas independientes en función de esos estándares. El estándar de IRMA^g, que aglutina más de 400 requisitos, divide los principales temas mineros bajo cuatro grandes principios:

- i) integridad comercial;
- ii) planeación y gestión de legados positivos;
- iii) responsabilidad Social;
- iv) responsabilidad ambiental.

El proceso comienza con una autoevaluación, luego se desarrolla una auditoría independiente de terceros para evaluar el nivel de conformidad con los criterios. Los resultados de la autoevaluación son auditados por un cuerpo de verificación/certificación independiente que otorga niveles progresivos de logro (Transparencia IRMA o IRMA 50, 75 o 100) en función del desempeño general en cada capítulo, así como el cumplimiento de 40 criterios críticos obligatorios (Grupo de Trabajo "Acceso a la información de certificaciones mineras", 2022).

En 2021, IRMA anunció el inicio del proceso de evaluación del proyecto Fénix, ubicado en la provincia de Catamarca sobre el salar del Hombre Muerto, operado por la empresa Livent —que a fines de 2023 estaba en proceso de fusión con Allkem en la nueva empresa Arcadium Lithium. Según su reporte de sustentabilidad de 2022, con el inicio de la

evaluación en el marco de IRMA, Livent se convirtió en la primera empresa con operaciones mineras en Argentina en ser miembro pleno de IRMA. Su proceso de autoevaluación se inició en febrero de 2021 y luego, en febrero de 2022, comenzó el proceso de verificación externa. En diciembre de 2022 se completó la evaluación IRMA in situ de la operación de Fénix en el salar del Hombre Muerto, que incluyó visitas a las comunidades locales alrededor de Fénix y entrevistas con más de 80 empleados, 40 miembros de la comunidad local y 10 contratistas, así como varios representantes del gobierno (provincial y municipal) (Livent, 2022).

El proceso resulta interesante a los fines de analizar cómo este tipo de certificaciones pueden potenciar mejoras en el acceso a la información, así como fortalecer el seguimiento y monitoreo de los compromisos y propuestas que en ellos se formulan. Otras experiencias señalan que si bien las certificaciones, así como sus potenciales beneficios a nivel local son poco conocidos por las comunidades y las organizaciones de la sociedad civil, a partir de la información que los estándares requieren, existe una oportunidad para llenar los vacíos actuales en el acceso público a la información y mejorar la transparencia de la información de gestión de la mina (proyecto) o de la empresa (MinSus, IRMA, CooperAcción, 2022).

Fuente: Elaboración propia.

^a Véase <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2012/ifc-performance-standards>.

^b Véase <https://www.icmm.com/en-gb/our-principles>.

^c Véase https://www.oecd.org/es/publications/manual-sobre-debida-diligencia-ambiental-en-las-cadenas-de-suministro-demine-roles_b4b11202-es.html.

^d Véase <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-spanish-translations/>.

^e Véase <https://mining.ca/hacia-una-mineria-sostenible/>.

^f Está liderada por un panel de directores con representantes de seis sectores que incluyen a las empresas mineras, las empresas compradoras de materiales, organizaciones no gubernamentales, comunidades, representantes de trabajadores y del sector financiero.

^g Véase <https://responsiblemining.net/wp-content/uploads/2021/08/IRMA-STANDARD-v.1.0-Final-ES.pdf>.

Recuadro VI. 2

Estudio de caso 2: Salinas Grandes

La cuenca de Guayatayoc-Salinas Grandes es un territorio ubicado a 3.500 metros de altura sobre el nivel del mar, que se encuentra políticamente dividida entre los departamentos de Tumbaya y Cochinoca, en Jujuy, y La Poma y Los Andes, en Salta. En términos culturales, ambientales y sociales esta cuenca constituye una única unidad territorial en la cual habitan 33 comunidades, con una población total aproximada de 7.000 personas, pertenecientes a pueblos indígenas. Estas comunidades practican agricultura y ganadería de subsistencia, algunas de ellas explotan la sal y el turismo (Pragier, 2019).

El conflicto alrededor de los proyectos a desarrollarse en dicha cuenca ha sido caracterizado como una manifestación de “resistencia preventiva” (Merlinsky, 2020). La particularidad de este proceso es la auto organización del conjunto de las 33 comunidades que, a partir de tomar conocimiento de las actividades mineras en dicho territorio, impulsaron un proceso organizativo a través de la conformación de una “Mesa de comunidades originarias de la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc para la defensa y gestión del Territorio” (Marchegiani, Morgera y Parks, 2019).

Con esa estructura, y apoyados por organizaciones no gubernamentales como la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), *Natural Justice* y el Consejo de Organizaciones Aborígenes de Jujuy (COAJ) y profesionales de universidades locales, llevan adelante una militancia en contra de la minería que incluyó no solo presentaciones al Juzgado de Minas de Jujuy, sino también, una acción de amparo ante la Corte Suprema de Justicia. En ella se exigía el cumplimiento de la consulta previa sobre la concesión, de acuerdo con el art. 75 inc. 17 de la Constitución Nacional, la Ley General del Ambiente de 2002, el Convenio N° 169 de la OIT y la Declaración de los Derechos Indígenas de las Naciones Unidas^a. Se destacó también el carácter interjurisdiccional del conflicto, ya que involucra a las provincias de Jujuy y Salta^b.

Esa acción fue rechazada, por considerar que no se había configurado un “caso” o “causa” que autorice su intervención en relación con la provincia de Jujuy, ni que existiera competencia para entender en instancia originaria respecto a los reclamos contra la provincia de Salta y el Estado Nacional. Ante esta resolución, se decidió elevar el caso ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos (CIDH) y se iniciaron actividades con miras a elaborar un procedimiento de consulta basado en el principio de autodeterminación (Solá 2016), el cual se plasmó, tras dos años de talleres, en la formulación del documento “KachiYupi” o “Huellas de la Sal” (Asamblea general de todas las comunidades de la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc, 2015). En ese documento, las comunidades

desarrollaron el proceso de consulta que consideran válido y establecieron una serie de principios generales, que consideran de obligatorio cumplimiento y un proceso de consulta particular con sus objetivos y etapas. Expresan que el proceso, como tal, debe consensuar siguiendo una metodología de comprensión de su propia cultura, tradiciones, territorio y normas comunitarias. Además, manifiestan que la consulta implica la posibilidad de participar activamente de todo el proceso, informarse, opinar, analizar los estudios presentados, asesorarse con especialistas, intercambiar opiniones, producir nuevos estudios, debatir y finalmente decidir (Asamblea general de todas las comunidades de la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc, 2015).

El conflicto se centra en la implementación de la CPLI respecto a los usos del salar, debiendo apuntarse como una característica distintiva que las comunidades de la cuenca de Salinas Grandes no contaban con los títulos de propiedad comunitarios al momento de la llegada de las empresas de litio e incluso algunas no habían siquiera tramitado su personería jurídica (Pragier, 2019). La controversia respecto al reconocimiento oficial del protocolo como instrumento de la consulta llevó a una polarización en las posiciones y, en 2019, las comunidades indígenas Kolla y Atacama, del territorio de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc, y la FARN presentaron una acción de amparo ambiental contra los gobiernos de Salta y Jujuy y contra el Estado Nacional, para prevenir el daño grave e irreversible que provocaría la minería de litio y borato en el sistema hídrico compartido por las provincias demandadas (FARN, 2019).

A finales de 2023, las comunidades reportaron que la CIDH finalmente admitió el pedido presentado para su tratamiento (Originarios.ar, 2023). Sin perjuicio de este proceso, los proyectos en la zona circundante han avanzado en distintos grados con un fuerte impulso otorgado por el gobierno provincial, como actor clave (JEMSE, 2022). En marzo de 2023, la Corte Suprema de Justicia de la Nación (CSJN) le exigió a Salta, Jujuy y el Estado Nacional información sobre los permisos de exploración y/o explotación de litio y borato en la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc, incluyendo información sobre la participación ciudadana y copia de los aspectos ambientales relevados en esas autorizaciones. En ese requerimiento, la CSJN destaca la importancia del respeto a la unidad de las cuencas hídricas, así como los principios *pro natura* y *pro aqua*, según los cuales, en caso de duda, se debe resolver de manera tal que se favorezca la protección y conservación del ambiente así como del recurso hídrico.

Esta decisión se da en un momento de escalada del conflicto territorial en Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc (Economía Sustentable, 2022)^c. Justamente la literatura identifica que este tipo de conflictividad lleva en muchos casos a la suspensión o paralización de los proyectos (Merlinsky, 2020). Por ello, la resolución de este tipo de tensiones locales resulta una oportunidad para el ejercicio de diseño de mecanismos de gobernanza de los recursos involucrados (Obaya y Céspedes, 2021), que capitalicen los aprendizajes de los distintos actores, fortalezcan las capacidades técnicas y de información y permitan procesos de planificación estratégica de la actividad.

En ese sentido resultan interesantes las acciones que se han tomado a nivel provincial: en octubre de 2023, los gobernadores de Salta y Jujuy celebraron un convenio para realizar un estudio hidrogeológico y ambiental sobre la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc en la Puna salto-jujeña.

El "Acuerdo Interprovincial para la Gestión integral de la Cuenca Hídrica de Salinas Grandes"^d tiene como objetivo de que los dos Estados provinciales arbitren los medios necesarios para constituir una comisión interjurisdiccional que realizará un estudio hidrogeológico en esa cuenca, y también financiará la realización de un estudio de impacto ambiental integral y acumulativo que tendrá en cuenta las características geológicas y geográficas de la región.

Según detalla el convenio, ese estudio busca establecer "la capacidad de renovación del agua; la conexión de los cauces con cuerpos subterráneos de agua, con el salar y con la laguna; flujos del agua, fuente de agua para la flora y fauna, suministro de agua para la población y otros usos, el estado real del recurso hídrico y sus potenciales afectaciones". Asimismo, se deberá analizar la legislación existente que rige la exploración y explotación de la actividad minera y proponer eventuales modificaciones a los fines de armonizar el marco normativo entre las dos jurisdicciones.

Fuente: Elaboración propia.

^a Véase la causa expediente C.1196.XLVI "Comunidad Aborigen de Santuario Tres Pozos y otros c/ Provincia de Jujuy y otros s/ amparo" llevada a audiencia pública por la Corte Suprema de Justicia de la Nación el 18 de diciembre de 2012.

^b Por medio del Decreto N° 3860/10, la provincia de Salta declaró de interés público el proyecto e iniciativa privada de la empresa Bolera Minera S.A. para la exploración, explotación e industrialización de recursos sobre siete minas del salar Salinas Grandes.

^c Se denuncia que se han llevado adelante acuerdos con una sola comunidad, rompiendo los pactos preexistentes de las comunidades e ignorando la visión de integralidad de la cuenca hídrica (FARN, 2023).

^d Véase Decreto N° 714/23 de la provincia de Salta que aprueba el "Acuerdo Interprovincial para la Gestión integral de la Cuenca Hídrica de Salinas Grandes" el 6 de noviembre de 2024.

C. Lección 3: Sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia

1. Marco regulatorio e institucional nacional

El Estado Plurinacional de Bolivia (Bolivia) cuenta con un marco normativo e institucional para la regulación ambiental de las Actividades, Obras y Proyectos (AOP) que se ejecutan dentro de su territorio. Se trata de un conjunto de normas e instrumentos para la prevención, seguimiento y control ambiental de las actividades económicas y productivas, siendo una de las primeras en ser implementadas en la región, desde la década de 1990.

Bolivia cuenta dos leyes que detallan el alcance de la regulación, así como el proceso administrativo: la Ley N° 1.333 del Medio Ambiente (LMA)⁸⁹ y la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos. Asimismo, se cuenta con Decretos Supremos (D.S.), que aprueban los reglamentos generales y sectoriales —minero, hidrocarburiífero e industrial, entre otros—, los cuales son de aplicación preferente para cada sector. También existen D.S. que aprueban Normas Bolivianas (NB), tal como la NB 62002. Finalmente, el marco regulatorio boliviano vigente, incluye Resoluciones Ministeriales, para NB y Guías Ambientales (véase el cuadro VI.4).

No existe una norma específica para la gestión ambiental del sector del litio en Bolivia. En este sentido, se debe aplicar preferentemente el marco procedimental del sector minero y, de manera complementaria, reglamentos específicos de las normas generales.

Cuadro VI.4
Estado Plurinacional de Bolivia: marco normativo ambiental

Nombre de la norma	Rango y número	Fecha de promulgación
Normas generales		
Ley de Medio Ambiente	Ley N° 1.333	27 de abril de 1992
• Reglamento General de Gestión Ambiental	Decreto Supremo N° 24.176	8 de diciembre de 1995
• Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA)		
• Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica		
• Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica		
• Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas		
Ley de Gestión Integral de Residuos	Ley N° 755	28 de octubre de 2015
• Reglamento General de Gestión Integral de Residuos	Decreto Supremo N° 2.954	28 de octubre de 2015
Ley de Derechos de la Madre Tierra	Ley N° 71	21 de diciembre de 2010
Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien	Ley N° 300	19 de octubre de 2016
Normas sectoriales		
Reglamento Ambiental para el Sector Hidrocarburos (RASH)	Decreto Supremo N° 24.335	19 de julio de 1996
• Complementan y modifican el RASH	Decreto Supremo N° 26.171	4 de mayo de 2001
	Decreto Supremo N° 29.595	11 de junio de 2008
	Decreto Supremo N° 2.400	10 de junio de 2015
Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM)	Decreto Supremo N° 24.782	31 de julio de 1997
• Complementan y modifican el RASH	Decreto Supremo N° 28.587	17 de enero de 2006
Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM)	Decreto Supremo 26.736	30 de julio de 2002

Fuente: Elaboración propia sobre la base de fuentes oficiales (normas de la Madre Tierra y Compendio Normativo de Gestión Ambiental).

Si bien Bolivia cuenta con un amplio marco normativo e instrumental ambiental, no dispone aún de una norma ambiental específica para el sector de energías no renovables ni para la minería de recursos evaporíticos, comprendido el litio. En el marco de las normas generales, la Ley de Minería y Metalurgia⁹⁰

⁸⁹ Ley N° 1.333, de Medio Ambiente, del 27 de abril de 1992.

⁹⁰ Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, del 28 de mayo de 2014.

(LMM) reconoce algunos principios, responsabilidades y atribuciones en temática ambiental, así como también definiciones más específicas. A continuación, se mencionan las más importantes:

- La LMM establece la obligatoriedad del cumplimiento de la normativa general ambiental (véase cuadro VI.4) y de la obtención de licencias ambientales otorgadas por la autoridad ambiental competente, que es el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA) o la Unidad de Gestión Ambiental del Gobierno Departamental, según la escala del impacto.
- Se establece que el titular del derecho minero estará obligado a prevenir, controlar, reducir y mitigar los impactos ambientales negativos, y remediar y rehabilitar las áreas explotadas. En el caso del litio, este titular es el mismo Estado, en virtud de la declaración de todos los salares como Reserva Fiscal⁹¹.
- Se reconoce la posibilidad de restringir la actividad minera en cabeceras de cuencas, lagos, ríos y vertientes. Sin embargo, no se contempla a los salares en estas áreas restringidas.
- Si bien se permite la prospección, exploración y el aprovechamiento de yacimientos minerales, no se faculta a los titulares de derechos mineros a realizar actividades exploratorias de recursos hídricos.
- Se otorga a la autoridad ambiental competente la tuición de impedir la iniciación u ordenar la suspensión de actividades mineras, previa comprobación de casos de impacto ambiental, a denuncia de cualquier persona. Este aspecto se vincula con los mecanismos de participación de la sociedad en el ámbito ambiental (véase la siguiente sección "Participación social en la gestión ambiental").
- Los titulares del derecho minero tienen el derecho de aprovechamiento de aguas naturales que discurren en el área minera. Se manda la correcta gestión o manejo de los recursos hídricos superficiales y subterráneos y se prioriza la provisión de agua para consumo humano, riego y medio ambiente. Sin embargo, no existe una norma técnica específica para orientar esta gestión minera en humedales altoandinos, donde se encuentran los salares.
- Las AOP del sector minero se sujetan al control periódico del cumplimiento de regulaciones ambientales. Para este fin se utilizan instrumentos específicos, como se mencionará a continuación.

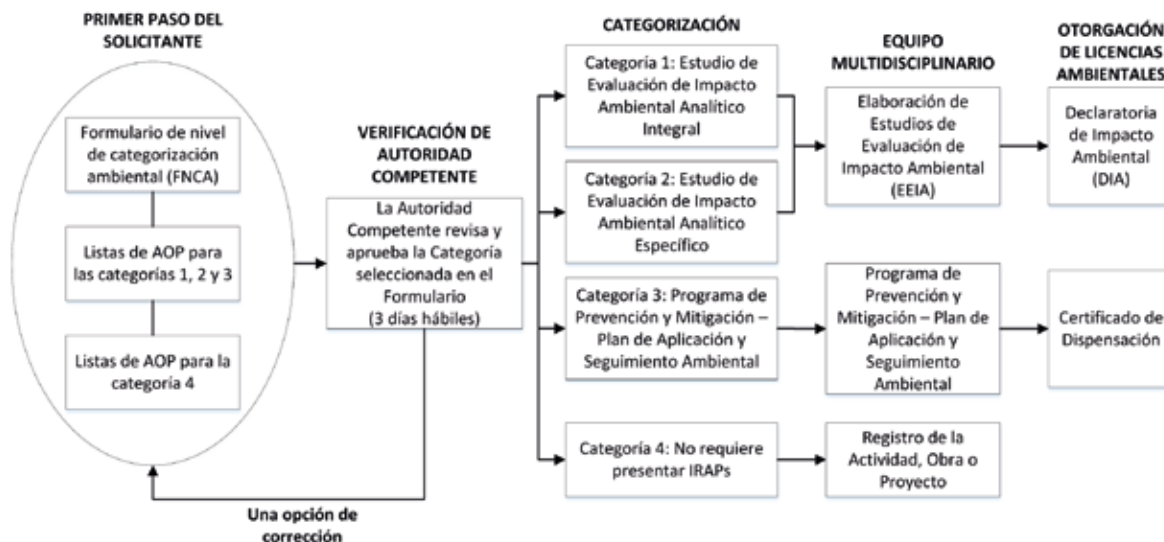
Los proyectos de extracción y procesamiento de sales de litio y potasio que se vienen ejecutando en el salar de Uyuni cumplen con la elaboración de instrumentos utilizados por cualquier AOP en el sector minero. Estos se denominan Instrumentos de Regulación de Alcance Particular del Sector Minero Metalúrgico (IRAP), que incluyen:

- Para la prevención ambiental:
 - Ficha Ambiental (ya no vigente para nuevas solicitudes).
 - Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA).
 - Programa de Prevención y Mitigación - Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA).
- Para el control ambiental:
 - Manifiesto Ambiental.
 - Informe de Monitoreo Ambiental (IMA).

⁹¹ Bolivia declaró como Reserva Fiscal minera a todo el territorio nacional en el D.S. N° 29.117 del 1 de mayo de 2007. La Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, levantó esta Reserva Fiscal reconociendo los derechos mineros anteriores de la promulgación de la norma, pero habilitando la posibilidad de obtener contratos mineros, en lugar de concesiones. La Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM) se encarga del control y fiscalización de la actividad minera en Bolivia. Según la misma norma, no se podrá otorgar derechos mineros en una Reserva Fiscal y ésta estará vigente por un período de 5 años (art. 24) y a su término tendrá a la empresa estatal Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) el derecho preferente para solicitar el área minera (art. 25). En relación con los salares, la Ley N° 2.564, del 9 de diciembre de 2003, declaró la Reserva Fiscal del Salar de Uyuni; y la Ley N° 535 declaró a las lagunas y salares como "áreas reservadas para el Estado" (art. 26).

La Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) y el Certificado de Dispensación (CD) son las licencias ambientales que permiten iniciar la operación minera. Tal como se observa en el diagrama VI.2, la licencia ambiental se otorga después de un procedimiento administrativo. Los instrumentos (por ejemplo, el EEIA, para las categorías 1 y 2) avalan técnicamente las medidas de prevención y control ambiental, que el responsable de la AOP minera estará en obligación de cumplir desde el arranque del proyecto hasta la etapa de cierre y posterior remediación ambiental.

Diagrama VI.2
Estado Plurinacional de Bolivia: proceso de prevención y control ambiental



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Ley N° 1.333 de Medio Ambiente y Decreto Supremo N° 3.549 modificatorio del Reglamento de Prevención y Control Ambiental.

Según el D.S. N° 3.856, la producción de carbonato de litio, tanto a escala piloto como industrial, se califican como categoría 2, de modo que requieren la elaboración de un EEIA. Esta norma establece esta misma categoría para las actividades de extracción de salmueras de los salares para obtención de sales para uso industrial y para la exploración de yacimientos de litio primario en área protegida.

Cada licencia ambiental necesita de un estudio básico denominado Auditoría Ambiental de Línea Base (ALBA), que resume las condiciones ambientales al momento del inicio de la operación minera, a fin de poder cuantificar y cualificar las responsabilidades de daño ambiental provocado por la AOP y realizar la mitigación correspondiente. Este estudio puede formar parte del EEIA, en el caso de las categorías 1 y 2, conformando un primer diagnóstico socioambiental.

Por la escala de los proyectos de aprovechamiento del litio en el salar de Uyuni (extracción de sales y su posterior refinación y transformación en plantas químicas), durante la primera fase (2008-2023), en que se instalan las plantas piloto, la planta industrial de KCl y la planta industrial de Li₂CO₃, se ha definido la necesidad de realizar EEIA Analíticos Integrales⁹², pues esta AOP 1 ha recibido una categoría 1 (véanse el diagrama VI.2 y el cuadro VI.5). La AOP 2 ya no requirió de Ficha Ambiental, pues está sujeta a las modificaciones de optimización del procedimiento ambiental vigentes desde 2018. Para las siguientes plantas de litio, por ejemplo, como las de Extracción Directa de Litio (EDL), se prevé la aplicación de lo establecido en el D.S. N° 3.856, de modo que requerirán EEIA Analítico Específicos, al ser categoría 2.

⁹² Los EEIA para categoría 1 incluyen un análisis detallado y una evaluación de todos los factores del sistema ambiental: físico, biológico, socioeconómico, cultural, jurídico-institucional.

Cuadro VI.5
Estado Plurinacional de Bolivia: información ambiental de los proyectos de extracción
y transformación de litio y potasio en el salar de Uyuni, 2023

Datos	AOP 1: desarrollo integral de las salmueras del Salar de Uyuni, planta piloto y planta industrial de cloruro de potasio	AOP 2: desarrollo integral de las salmueras del Salar de Uyuni y planta industrial de carbonato de litio
Código de AOP	4544	FNCA 30
Categorización	Categoría 1	Categoría 1
Etapas	En operación	En operación
Fecha de ingreso de la solicitud	15 de diciembre de 2010	No corresponde
Formulario de Nivel de Categorización Ambiental	No corresponde (etapa previa al D.S. N° 3.549)	14 de junio de 2018
Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental	18 de enero de 2013 01 de abril de 2013 20 de noviembre de 2015 23 de noviembre de 2021 08 de febrero de 2022	30 de noviembre de 2018
Fecha de aprobación de la DIA	13 de mayo de 2013 19 de septiembre de 2019	27 de diciembre de 2018
N° de licencia ambiental	050901/02/DIA/4544/13 050901/02/DIA/4544/2019	050901/02/DIA/N°30/2018

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos públicos accesibles en el Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA) del Estado Plurinacional del Bolivia.

Además de los EEIA, que avalan la otorgación de licencias ambientales para ambas AOP, desde 2014 se cumple con la elaboración de Informes de Monitoreo Ambiental (IMA), que permiten evidenciar el cumplimiento y adecuación de medidas de mitigación. Aunque no existe información pública sobre las implicancias de estas adecuaciones y los resultados del monitoreo.

En el Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA) no existe información sobre el proyecto “Ingeniería, Procura y Construcción de la Planta de Tratamiento de Agua y Facilidades de Bombeo”, que tiene el objetivo de proporcionar agua purificada para la fase industrial. Además, el programa estatal de industrialización boliviano se complementa con actividades piloto de transformación de sales y fabricación de baterías. A este respecto, de acuerdo con la información pública de la empresa estatal YLB, las plantas piloto de i) materiales catódicos, y ii) baterías de iones de litio, cuentan con licencias ambientales, sin requerimiento de EEIA. Es decir, estas AOP recibieron un Certificado de Dispensación.

En el SNIA se encuentra una tercera AOP en el sector de litio que se contempla como “Proyecto Industrial de Carbonato de Litio EDL en el norte del salar de Uyuni”. Esta AOP se encuentra en la etapa de presentación del formulario de nivel de categorización ambiental (FNCA) y en proceso de ajuste. Esta etapa es previa al otorgamiento de la categoría. Esta solicitud corresponde a la inversión programada en el marco del convenio suscrito con la empresa china CITIC Guoan, para la implementación de una planta EDL en el salar de Uyuni.

Como se pudo observar, el marco normativo e institucional ambiental para la evaluación ambiental de la extracción de sales de litio en Bolivia se fundamenta en dos pilares: i) una normativa general aplicable a cualquier AOP, que utiliza instrumentos (IRAP) para la prevención y control ambiental de las actividades productivas; y ii) la normativa ambiental del sector minero, que añade principios, responsabilidades y definiciones más específicas. No obstante, se pudo constatar también la necesidad de una norma sectorial para la extracción o el aprovechamiento de recursos evaporíticos, ya que la mayor parte de las normas técnicas disponibles se adecúan a actividades mineras convencionales y no a las que corresponden a una operación de extracción de sales a partir de salmuera.

En este sentido, se puede concluir que, aunque se viene cumpliendo con la presentación de instrumentos para la prevención y el control ambiental, la caracterización y evaluación de los impactos ambientales de la extracción de recursos evaporíticos, como el litio y el potasio, es limitada por la inexistencia de normas técnicas adecuadas al tipo de ecosistema y las condiciones de la actividad minera en salares,

altamente dependiente de la extracción de agua de salmuera, con posibles efectos a escala en bolsones de agua dulce, subterránea y superficial. De esta manera, la aplicación y el cumplimiento mandatorio de los procedimientos legales puede ser insuficiente para conocer los impactos reales de la extracción de sales en ecosistemas de alta vulnerabilidad y fragilidad, como es el caso de los salares altoandinos.

Recuadro VI.3

Estudio de caso 3. Los impactos ambientales de la minería del litio en el Estado Plurinacional de Bolivia

El programa de inversiones de la industria boliviana del litio es implementado con financiamiento público estatal, en el marco de las disposiciones y limitaciones establecidas por la Constitución Política del Estado (CPE)^a, la Ley de Minería y Metalurgia^b y la Ley de Creación de YLB^c. Este marco normativo no permite la participación de inversión privada ni extranjera en actividades de extracción de recursos naturales, sino sólo en las fases posteriores de la cadena, es decir de agregación de valor, en asociación con el Estado^d. Desde 2021, el gobierno boliviano promueve la participación de empresas privadas extranjeras en actividades de investigación e instalación de plantas piloto, a través de la firma de convenios, para la implementación de Extracción Directa de Litio (EDL), tanto en el salar de Uyuni, como en otros seis salares seleccionados.

En este primer contexto, es competencia exclusiva del nivel central del Estado boliviano los "Recursos naturales estratégicos, que comprenden minerales, espectro electromagnético, recursos genéticos y biogenéticos y las fuentes de agua"^e. En este sentido, el gobierno central tiene tuición total, tanto sobre los recursos minerales, como sobre los recursos hídricos. Este control de los recursos naturales se efectiviza a través de empresas públicas nacionales estratégicas y otras entidades estatales, con el objetivo de "Administrar a nombre del pueblo boliviano los derechos propietarios de los recursos naturales y ejercer el control estratégico de las cadenas productivas y los procesos de industrialización de dichos recursos"^f.

El programa de inversiones comenzó en abril de 2008, antes de la promulgación de la CPE. Entre 2008 y 2012, la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL)^g dirigió la construcción de las primeras instalaciones en el salar de Uyuni, que en 2012 ya constaban de: i) laboratorios; ii) edificios de viviendas para los trabajadores; iii) una planta "semiindustrial" de cloruro de potasio (KCl); iv) una planta piloto de carbonato de litio (Li_2CO_3); v) ductos de distribución de agua dulce; vi) primera serie de piscinas de evaporación; vii) bombas de succión de salmuera; viii) red de energía eléctrica de media tensión; ix) servicios básicos de agua y alcantarillado; x) terraplén y camino de ingreso en la sección suroriental del salar de Uyuni (Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, 2013). La población más cercana a estas instalaciones es la comunidad de Río Grande, perteneciente al municipio de Colcha K (provincia de Nor Lípez).

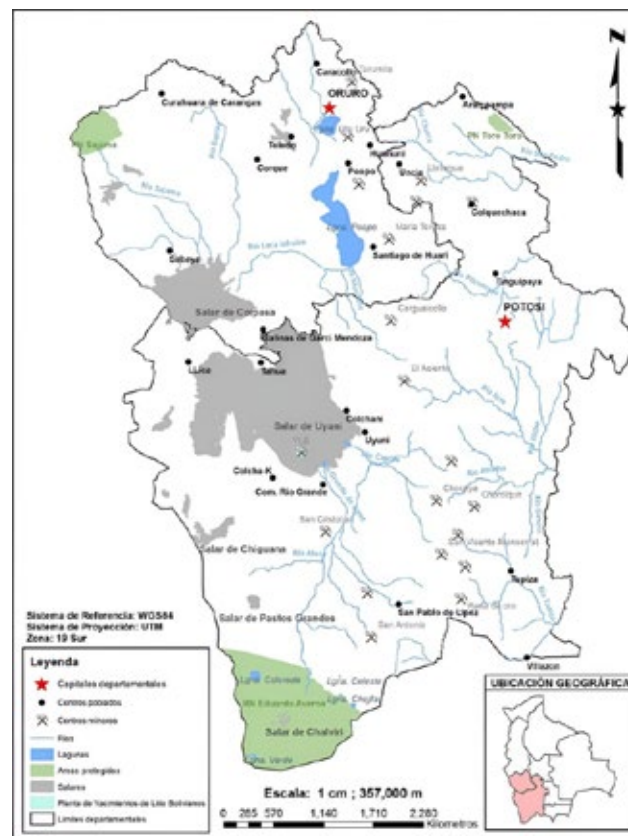
En el mapa 1 puede encontrarse la ubicación de las instalaciones en el salar de Uyuni, así como las localidades cercanas más importantes. En el flanco sureste de este salar, además de los campamentos y laboratorios, se encuentran: i) la planta piloto de Li_2CO_3 ; ii) la planta industrial de KCl; iii) la planta industrial de Li_2CO_3 ; iv) la planta de tratamiento de agua y v) 160 piscinas de evaporación, de las cuales 96 están en funcionamiento.

Además, el gobierno boliviano promueve la instalación adicional de dos plantas piloto con tecnología EDL en el salar de Uyuni^h y una en el salar de Pastos Grandesⁱ. En ambos salares, YLB y las empresas extranjeras involucradas, vienen implementando, desde 2021, actividades de investigación, prospección y preparación de la fase piloto. Asimismo, YLB ha realizado pruebas de pilotaje en el salar de Coipasa y ha lanzado una convocatoria internacional de empresas, para implementar proyectos de desarrollo de recursos evaporíticos en los salares de Coipasa, Uyuni, Pastos Grandes, Capina, Cañapa, Chiguana y Empexa.

En el período 2013-2016, la COMIBOL, a través de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), ejecutó las acciones siguientes (Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, 2014, 2015, 2016 y 2017; Olivera, 2017): i) optimización del proceso de producción: que implica actividades de calibración y afinamiento de los procesos piloto, cuyos parámetros servirán de base para el diseño de la fase industrial; ii) diseño final de ingeniería de las plantas industriales de KCl y Li_2CO_3 ; iii) primera fase de construcción de la planta industrial de KCl, en el salar de Uyuni; y construcción de módulos de piscinas de evaporación y red de bombeo para la fase industrial^j.

En el período 2017-2023, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), reemplazó a la GNRE en sus funciones. El programa de inversiones quedó bajo tuición del Ministerio de Energías, actualmente Ministerio de Hidrocarburos y Energías^k. En esta fase reciente, las operaciones de las plantas de sales en el salar de Uyuni se enfocaron en: la finalización de obras en la planta industrial de KCl; el inicio de la producción industrial de KCl; y la finalización de la construcción de la planta industrial de Li_2CO_3 . En 2023, la producción piloto de esta sal llegó a las 1.183 t. La producción industrial proyectada para 2024 es de 3.000 t.

Mapa 1
Estado Plurinacional de Bolivia: principales salares en los departamentos de Oruro y Potosí



Fuente: Elaboración propia.

La tecnología empleada para la extracción y producción de sales de potasio y litio en el salar de Uyuni consta básicamente de dos grupos de procesos: i) fuera de la planta, procesos de cristalización fraccionada, que consiste en la precipitación sucesiva de las sales contenidas en la salmuera expuesta al sol en una serie de piscinas o pozas, con la consecuente evaporación del componente de agua y la reconcentración de las sales; ii) dentro de la planta, procesos químicos e hidrometalúrgicos para la producción de las sales de potasio y litio. En esta segunda etapa, para obtener la sal de carbonato de litio (Li_2CO_3) se usa como materia prima el sulfato de litio, proveniente de las piscinas de evaporación; y para la producción de cloruro de potasio se usa como materia prima la silvinita, proveniente también de las piscinas (Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, 2017).

No se han publicado estudios recientes sobre los impactos de la extracción del litio en la fase piloto. Tampoco se han realizado investigaciones, en el lugar, sobre los impactos de la fase industrial, tanto de KCl como de Li_2CO_3 . La producción a escala industrial implica una amplificación de efectos en el ecosistema, en comparación con la denominada fase piloto, debido a la magnitud de las intervenciones en el paisaje, el consumo de recursos (como el agua), el volumen de salmuera bombeada a la superficie y la generación de residuos. Por ejemplo, la planta piloto de carbonato de litio tiene capacidad de producción de 40 toneladas por mes, mientras que la planta industrial prevé 1.250 toneladas por mes. Esto implica que, en la fase industrial, se esperaría una multiplicación de impactos de hasta 30 veces a los niveles del período de producción piloto, iniciado en 2013^m.

En relación con los impactos esperados de las operaciones de EDL, no existe aún información disponible sobre el tipo de tecnología específica que se va a implementar en las plantas en los salares de Uyuni y Pastos Grandes. Las tecnologías EDL disminuyen de forma importante el uso de piscinas de evaporación, existiendo la posibilidad de reinyección de la salmuera al mismo salar. No obstante, se conoce poco actualmente sobre el funcionamiento de esta tecnología a escala industrial y las implicaciones de la reinyección de salmuera residual. Asimismo, algunas tecnologías EDL son intensivas en el uso de agua dulce y energía, lo que implica ciertos cuellos de botella en ecosistemas con alta vulnerabilidad climática.

Los impactos de la extracción y producción de sales, tanto de litio como de potasio, en el salar de Uyuni, se podrían haber verificado ya desde la gestión 2013, a través de los instrumentos de control y monitoreo oficiales o a través de estudios independientes de la sociedad civil organizada, tales como universidades, ONG, organizaciones sociales, entre otros^a. No obstante, no existen aún estudios en profundidad que hayan registrado (cualitativa y cuantitativamente) los impactos de esta producción piloto (Li_2CO_3) y semiindustrial-industrial (KCl), en el período 2013-2023; ni la proyección de impactos para la fase industrial de Li_2CO_3 , que se iniciará en 2024.

Sin embargo, a través de la información publicada disponible es posible aproximar los impactos de la extracción y producción de sales, tanto de litio como de potasio, en el salar de Uyuni, en consideración de trabajos con un enfoque principalmente prospectivo, es decir, desde la perspectiva de los riesgos ambientales, como el de Hollender y Schultz (2010) y Guzmán Salinas (Coord.) (2014). Estas aproximaciones se basan en una combinación de análisis documental, entrevistas a expertos y gestores del proyecto y revisión de documentos oficiales. Los impactos ambientales más importantes que se mencionan en estos trabajos son los siguientes:

- Grandes volúmenes de lodos tóxicos, por el uso de la técnica denominada encalado. Estos lodos pueden alcalinizar el suelo.
- Producción de grandes cantidades de sales residuales, que se pretendería devolver al acuífero, sin estudios de respaldo.
- Emisión de polvo de suspensión, con efectos colaterales de gran escala.
- La profundización de la crisis climática en el territorio, por la extracción de agua.

La cuenca del Río Grande de López, que nace en la Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Avaroa (REA) en el extremo sur de Bolivia y desemboca en el salar de Uyuni, está sujeta al impacto histórico de la extracción de minerales, con un elevado uso del recurso agua.

En este sentido, es necesario profundizar estudios que revelen en qué consistiría este impacto y su acumulación, en el contexto de las actividades históricas de extracción de recursos mineros en esta región de Potosí. Asimismo, se requiere implementar acciones de mejoramiento del acceso a información ambiental, a la sociedad en su conjunto y, de manera particular, a las poblaciones y comunidades locales, que se encuentran en la misma cuenca, a fin de mejorar los procesos de control social y fiscalización ambiental. Finalmente, es importante viabilizar la implementación de estudios independientes, dado que, la particularidad del caso boliviano, en esta etapa, es que es una operación extractiva e industrial promovida por el sector público, siendo éste también el responsable de los mecanismos de prevención, control y mitigación ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

^a Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, 2009.

^b Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, del 28 de mayo de 2014.

^c Ley N° 928, de creación de la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), del 27 de abril de 2017.

^d Si bien la CPE define esta limitación para todos los recursos naturales, incluyendo los minerales, se respetó inversiones privadas mineras anteriores a la promulgación de esta norma. La regulación de esta disposición fue luego organizada por medio de una ley sectorial minera y normas conexas.

^e CPE (2009, art. 298, II-4).

^f CPE (2009, art. 309, 1).

^g COMIBOL, empresa pública creada en 1952, designada como empresa pública nacional estratégica por Decreto Supremo N° 29.474, del 12 de marzo de 2008. Como empresa del sector minero, su gestión es fiscalizada y supervisada por el Ministerio de Minería y Metalurgia.

^h En el marco de los convenios de YLB con: i) el consorcio chino CBC (conformado por CATL, BRUNP & CMOC); y ii) la empresa china CITIC Guoan.

ⁱ En el marco del convenio de YLB con Uranium One Group de la Federación de Rusia.

^j Se trata de instalaciones nuevas, añadidas a las que se construyeron en el período 2008-2012, en lo que la GNRE denominó “fase piloto”.

^k La empresa estatal YLB, se creó por Ley N° 928, del 27 de abril de 2017.

^l El proyecto incluye la construcción de 160 piscinas: 20 líneas de 8 piscinas. El proceso de cristalización fraccionada depende del funcionamiento permanente de las 8 piscinas de cada línea.

^m Para ampliar información sobre las metas de producción de ambas sales se puede consultar Olivera (2017).

ⁿ Los documentos oficiales de los EEIA e informes de monitoreo ambiental no son accesibles en línea en el Sistema Nacional de Información Ambiental.

2. Participación social en la gestión ambiental

La participación social es un componente sustancial de la sostenibilidad minera. Algunos conflictos socioambientales de la minería se debieron a la restringida participación de los actores locales en la toma de decisiones, en particular de las comunidades indígenas afectadas por los impactos negativos propios de esta actividad (Vela-Almeida y otros, 2021). Por otro lado, una amplia participación local puede fortalecer el pleno ejercicio de derechos colectivos de las poblaciones que habitan en los territorios donde se implementan proyectos extractivos.

No obstante, la participación no se restringe exclusivamente a las comunidades indígenas, sino a un conjunto de partes interesadas, que convienen en otorgar (o no) una licencia para que pueda operar una empresa minera en un determinado lugar, pudiendo involucrarse en ello al resto de la sociedad, como activistas internacionales de derechos humanos, organizaciones no gubernamentales, organismos público-gubernamentales, entre otros (Boutilier y Thomson, 2011). En la sección anterior, se describió el funcionamiento del mecanismo de obtención de un permiso ambiental, que representa una licencia formal explícita para operar, otorgada por el gobierno nacional, a nombre del Estado boliviano.

Sin embargo, las partes interesadas, que incluye a actores directamente afectados por la operación, no otorgan una licencia formal, como tal. Por ende, se hace imprescindible vincular, de mutuo acuerdo, a estos actores en procesos de concertación, para la posible obtención de una “licencia social”, que no es otra cosa que una licencia informal de la comunidad para operar en el lugar (Boutilier y Thomson, 2011). Por un lado, se busca reducir los riesgos de conflictividad ambiental y “riesgo social”. Por otro, se busca incrementar los niveles de confianza entre comunidades y empresas, así como la legitimidad de las actividades mineras.

En Bolivia, la participación social se opera formalmente a través de mecanismos tales como la Consulta Pública, que forma parte del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la consulta previa para el Consentimiento Libre Previo e Informado (CLPI), de carácter mandatorio, en el marco del Convenio N° 169 de la OIT. En esta sección se estudiará el marco normativo e institucional para la participación social en el sector minero de Bolivia, con foco en los derechos y obligaciones constitucionales y en los avances en los mecanismos de EIA y CLPI. Se pondrá énfasis en el acceso público a información ambiental, como una de las principales barreras para el funcionamiento efectivo de los mecanismos EIA y CLPI. Los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas que utiliza YLB serán tratados, en mayor profundidad, en la sección siguiente.

Para implementar de forma efectiva la participación social en la gestión ambiental de proyectos tales como la extracción y transformación de sales de litio, no sólo se requiere el cumplimiento del marco normativo. También, es necesario abordar los cuellos de botella identificados en la operatividad de los mecanismos propios de cada país o región. La participación es una condición necesaria, pero no suficiente, para garantizar el ejercicio de los derechos de las comunidades y sus decisiones sobre los proyectos extractivos, en el largo plazo. Las comunidades tienden a movilizarse ante agravios relacionados con el incumplimiento de la normativa vigente de acceso, uso y distribución de beneficios; la fragilidad o inaplicabilidad de los instrumentos de participación efectiva; la afectación de bienes comunes de su territorio y áreas de influencia; el incumplimiento de los acuerdos que respaldaron la licencia social; la manipulación de la normativa a favor de intereses particulares, entre otros. De modo que, en muchos casos, la participación se hace efectiva sólo a través del reclamo público, la movilización social, y el litigio o judicialización (Vela-Almeida y otros, 2021; Olivera, 2017).

Algunas de las principales barreras que enfrenta la participación social en la gestión social y ambiental de la extracción del litio son: las dificultades por parte de los actores locales al acceso, la comprensión y el manejo de información ambiental; la participación efectiva de las comunidades indígenas en los mecanismos de consulta pública de los proyectos; y las limitadas capacidades de los actores para un seguimiento real de los acuerdos con las empresas y de las actividades mineras extractivas en su territorio (Romero y otros, 2019; Morales Belcánzar, 2021). En este contexto, la gestión de información ambiental de los proyectos extractivos juega un rol sustancial. A su vez, el derecho de acceso a la información es un instrumento de la transparencia, que, a su vez, es un instrumento del sistema de rendición de cuentas.

La gestión efectiva del acceso a información ambiental y social de los proyectos mineros de litio continúa siendo un desafío en la región, con distintos grados de complejidad (Clavijo y otros, 2022). En este sentido, no sólo se debe evaluar el conjunto de disposiciones legales establecidas, sino también las particularidades de la implementación de estas regulaciones, tanto en el ámbito de la EIA, como del CLPI, enfatizando en el rol de la información completa, oportuna y accesible para las partes interesadas, en particular para las comunidades indígenas directamente afectadas por la extracción del litio.

El marco normativo boliviano que garantiza la participación social y el acceso a información ambiental se compone por derechos y obligaciones estipuladas en la Constitución Política del Estado (CPE), así como en la normativa ambiental de Bolivia. También por estipulaciones legales definidas en normas sectoriales vinculadas con la naturaleza de las intervenciones en el terreno. Se trata, en este caso, de las estipulaciones de la Ley de Minería y Metalurgia (LMM)⁹³. Además, por obligaciones y procedimientos de participación social establecidos en la normativa ambiental, a partir de la Ley de Medio Ambiente (LMA) y el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA). Finalmente, existe un marco supranacional que obliga a las partes involucradas (Estado, empresas, sociedad organizada) a procesos participativos, con distintas profundidades y propósitos, que se rige a su vez por normas y procedimientos bolivianos. Aquí se debe mencionar al Convenio N° 169, al Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención sobre los Humedales (Ramsar) y al Acuerdo de Escazú.

A continuación, se analizará brevemente cada uno de estos grupos de disposiciones y su institucionalidad. En primer lugar, la matriz de derechos y obligaciones de la CPE ofrece un primer panorama del rol del sector público, de la sociedad y de las comunidades locales para orientar los procesos de participación social y de gestión de información ambiental. Este contexto facilita una primera comprensión de la visión del Estado boliviano sobre su medio ambiente, el agua y los recursos naturales, y su vínculo con los derechos colectivos y el acceso a la información pública, terminando en la transparencia y la rendición de cuentas.

Existen principios establecidos por la CPE sobre la gestión de la naturaleza y los territorios indígenas que son el fundamento por el cual se viabilizan los mecanismos de participación social y se vinculan directamente con el caso del litio. Los contenidos más importantes son:

- Se reconoce a los territorios ancestrales, sus instituciones y su libre determinación (art. 2).
- Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado (art. 33).
- El patrimonio natural (art. 346) y los recursos naturales (arts. 348-II, 369-II), son de interés público y de carácter estratégico.
- Se reconoce que el agua cumple una función social, cultural y ambiental (art. 373).

En el ámbito de derechos y obligaciones, la CPE establece un conjunto de premisas que respaldan la participación en la EIA y el CLPI. En este sentido, son obligaciones del Estado, garantizar el derecho a la comunicación y el derecho a la información (art. 106), y la participación y el control social (art. 309-5).

Por su parte, la sociedad tiene derechos constitucionalizados clave que se relacionan de forma directa con la gestión de decisiones sobre actividades extractivas, tanto del sector privado como público. En tal sentido todo ciudadano boliviano tiene derecho a:

- Una democracia directa y participativa con: referendo, iniciativa legislativa ciudadana, asamblea, cabildo y consulta previa (art. 11).
- El agua (art. 16-I); no siendo ésta objeto de concesión ni privatización (art. 20-III).
- Acceder a información, interpretarla, analizarla y comunicarla libremente (art. 21-6).
- Participar en el diseño y control de políticas públicas (art. 241).
- Participar en la gestión ambiental y ser consultado e informado previamente sobre decisiones que pudieran afectar a la calidad del medio ambiente (art. 343).
- Ejercitar acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente (art. 34).
- Acción Popular contra actos que violen derechos relacionados con el patrimonio y el medio ambiente (art. 135).
- Las Naciones y Pueblos Indígenas Originario Campesinas tienen derecho a la libre determinación y territorialidad (art. 4) y a la consulta previa obligatoria, realizada por el Estado, de buena fe y concertada (art. 30-15).
- Finalmente, la participación comprende la fiscalización de los actos de la función pública (art. 26-5), lo que establece un principio vinculado, por ejemplo, con la gestión de empresas estatales.

⁹³ Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, de 28 de mayo de 2014.

En segundo lugar, el conjunto de principios, obligaciones y derechos constitucionales se operativiza y se complementa a través de la normativa ambiental y sectorial. Se trata en este caso de leyes que se consideran estratégicas para la viabilidad de los mecanismos de participación en la EIA y la consulta para el CLPI: la Ley del Medio Ambiente⁹⁴ (arts. 92 y 93); la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien⁹⁵ (arts. 16-9; 45-5; y 26-2; y la Ley de Minería y Metalurgia (arts. 207-209). Este marco normativo promueve, entre otros temas, la participación en la gestión ambiental; la defensa activa del medio ambiente; el derecho a la información veraz, oportuna y suficiente sobre las cuestiones vinculadas con la protección del medio ambiente; la participación en el control y monitoreo de la Madre Tierra; y el control social de políticas e inversión pública.

El ámbito de los derechos colectivos indígenas, que en Bolivia se vincula estrechamente con los territorios indígenas y áreas protegidas, se enmarca en los derechos reconocidos por el Convenio N° 169 de la OIT. Las Naciones y Pueblos Indígena Originario Campesinos y el pueblo afroboliviano (NPIOC) tienen derechos constitucionalizados para la libre autodeterminación y la participación en las decisiones sobre sus territorios. Este proceso de participación se viabiliza, en el caso de la “explotación” de los recursos naturales no renovables en el territorio que habitan, a través de la “consulta previa obligatoria realizada por el Estado, de buena fe y concertada”, mediante “procedimientos apropiados, y en particular a través de sus instituciones, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarles” (CPE, art. 30-15).

Como se puede ver, el marco normativo establece un amplio paraguas para el ejercicio de derechos de participación en la gestión ambiental, el seguimiento y control de actividades, así como el acceso a información. A continuación, se analizará de qué modo se ha institucionalizado este amplio marco de derechos y obligaciones para la participación social, a través de la EIA y la consulta previa para el CLPI.

a) La participación en la consulta previa

La consulta previa para el Consentimiento Libre Previo e Informado (CLPI) se enmarca en el Convenio N° 169, aprobado en 1989 por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y ratificado por Bolivia en 1991, mediante la Ley 1.257⁹⁶. El Convenio consta de 46 artículos en los que se establecen “los estándares mínimos de respeto a los derechos de los pueblos indígenas, entre los que se incluyen la propiedad de sus tierras, los recursos naturales de sus territorios, la preservación de sus conocimientos tradicionales, la autodeterminación y la consulta previa” (Organización Internacional del Trabajo, 2014)⁹⁷.

La consulta previa para el CLPI tiene carácter mandatorio y se dirige a poblaciones que se encuentran dentro Territorios Indígena Originario Campesino (TIOC). La identificación de sujetos a ser consultados depende de una demarcación territorial. No obstante, el Sistema Interamericano de Derechos Humanos establece que, el hecho de no contar con este cumplimiento, de ninguna manera impide que una determinada área pueda ser considerada sujeto social de consulta previa, pues “la falta de personería jurídica; conflictos territoriales, de demarcación; o título agrario, como establece la jurisprudencia de la CIDH son una carga y un deber de cumplimiento por parte del Estado, no así de las comunidades o pueblos indígenas” (Mercado Ponce, 2021).

Como se ha visto en la revisión del marco constitucional de derechos y obligaciones (Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, 2009), la CPLI no sólo es obligatoria, sino que deber ser realizada por el Estado, de buena fe y de forma concertada. Para efectivizar este marco de derechos en el sector minero, se han incorporado diversas disposiciones y mandatos en la Ley de Minería y Metalurgia⁹⁸ (LMM). La Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM) es la autoridad competente para la realización de la consulta previa. En este caso, las partes interesadas, además de las empresas mineras y el gobierno, son fundamentalmente las NPIOC⁹⁹.

⁹⁴ Ley N° 1.333, del Medio Ambiente, de 27 de abril de 1992.

⁹⁵ Ley N° 300, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, de 15 de octubre de 2012.

⁹⁶ Ley N° 1.257, de aprobación del Convenio N° 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, del 11 de julio de 1991.

⁹⁷ Además del Convenio N° 169, Bolivia ha ratificado la Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas mediante Ley N° 3.760, de 7 de noviembre de 2007.

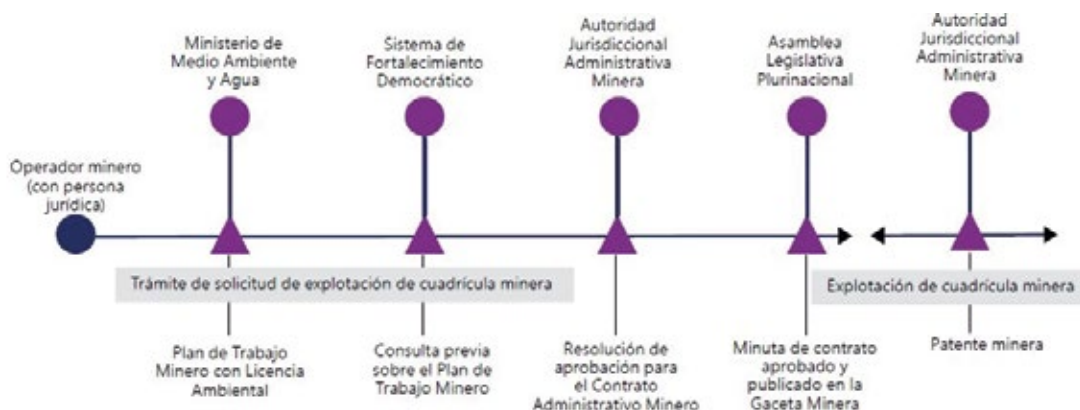
⁹⁸ La Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, de 28 de mayo de 2014, utiliza la denominación: consulta previa, libre e informada, “como derecho colectivo y fundamental de carácter obligatorio, a realizarse respecto de toda solicitud bajo la presente Ley, para la suscripción de un contrato administrativo minero susceptible de afectar directamente sus derechos colectivos” (art. 207).

⁹⁹ En concreto, la LMM (art. 209) establece que son “sujeto de consulta previa” aquellas poblaciones que cumplan las condiciones de: i) existencia pre-colonial y dominio ancestral del territorio; ii) conservación de sus patrones culturales, modos de vida, instituciones propias: sociales, económicas, culturales y políticas que los representen, y ser distinto a los otros sectores de la población; iii) identificación como parte de una nación o pueblo que conserva en la actualidad relación con dicha colectividad; y iv) acceso y gestión colectiva de sus tierras y territorios.

La LMM prevé una serie de disposiciones y mandatos para el operador minero que se deben cumplir en una de las primeras fases de la implementación de proyectos. En principio, debe cumplir con el proceso de obtención del derecho minero; éste se ejerce en un “área minera”, que corresponde a la extensión geográfica destinada a la realización de actividades de prospección, exploración y explotación, junto con otras de la cadena productiva minera (art. 13). Como se mencionó en la sección anterior, la Reserva Fiscal está exenta de este proceso de otorgamiento de derechos mineros, que se da a través de Contratos Administrativos Mineros (CAM). Además, en Bolivia, como se ha visto, los salares y lagunas saladas están reservadas para el Estado.

Luego, además de la licencia ambiental, el operador minero debe haber cumplido con el proceso de consulta previa, con base en su plan de trabajo. Para mayor claridad, se presenta en el diagrama VI.3 un resumen de las fases de obtención de permisos y requerimientos que la norma establece de cumplimiento obligatorio para el inicio de la operación minera.

Diagrama VI.3
Estado Plurinacional de Bolivia: proceso de obtención de permisos y requerimientos para la operación



Fuente: Rodríguez López y otros (2020).

La LMM define a la consulta previa como el proceso “(...) de diálogo intracultural e intercultural, concertado, de buena fe, libre e informado que contempla el desarrollo de etapas sucesivas de un procedimiento, entre el Estado, con la participación del actor productivo minero solicitante y el sujeto de la consulta respetando su cultura, idioma, instituciones, normas y procedimientos propios, con la finalidad de alcanzar acuerdos para dar curso a la solicitud de suscripción del correspondiente contrato administrativo minero y coadyuvar así al Vivir Bien del pueblo boliviano, en el marco de un desarrollo sustentable de las actividades mineras” (art. 208).

En este entendido, esta norma boliviana establece un procedimiento y una institucionalidad asociada para llevar adelante la consulta para la aprobación de Contratos Administrativos Mineros (CAM) (véase el diagrama VI.4). Según la LMM, la autoridad encargada de realizar este procedimiento en Bolivia es la Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM)¹⁰⁰, en un plazo máximo de cuatro meses. El procedimiento está amparado en la Ley N° 535, de Minería y Metalurgia, y en el Reglamento para la Observación y el Acompañamiento en Procesos de Consulta Previa.

¹⁰⁰ La AJAM es una entidad autárquica, con personalidad jurídica y patrimonio propio, bajo tuición del Ministerio de Minería y Metalurgia. Es la encargada de la dirección, administración superior, registro, control y fiscalización de la actividad minera en todo el territorio del Estado Plurinacional de Bolivia (AJAM, 2023).

Diagrama VI.4

Estado Plurinacional de Bolivia: proceso de consulta previa para aprobación de Contratos Administrativos Mineros



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Ley N° 535 de Minería y Metalurgia; AJAM, Consulta previa en materia minera y recomendaciones para el actor productivo minero (Cartilla); y Reglamento de Otorgación y Extinción de Derechos Mineros, modificado por la Resolución Ministerial 96/2020 del 14 de abril de 2020.

^a El actor productivo minero (APM) es la empresa minera (del sector privado o estatal) o la cooperativa minera que solicita el contrato minero.

En las reuniones de la fase deliberativa debe participar, como observador y acompañante, el Órgano Electoral Plurinacional, a través del Servicio Intercultural de Fortalecimiento Democrático (SIFDE). Para ello, la AJAM debería notificar con un mes de anticipación de la realización de la reunión, de acuerdo con el art. 40 de la Ley Electoral del Estado Plurinacional de Bolivia (Ley N° 026)¹⁰¹. El SIFDE, a su vez, elabora su informe señalando los resultados de la consulta¹⁰². En estas reuniones, las partes interesadas (empresa y comunidad) pueden acreditar “delegados técnicos” para presentar alegaciones y explicaciones.

Esencialmente, de manera similar a una EIA, el proceso de consulta para el CLPI tiene carácter preventivo. En este caso, tiene como objetivo realizar un diálogo entre las partes interesadas, conciliando intereses para reducir los riesgos de conflictividad, en particular, en relación con aquellos aspectos de la operación minera que pudieran vulnerar determinados derechos colectivos¹⁰³. Según la LMM (art. 208-II), los acuerdos entre la autoridad competente, el actor productivo minero solicitante y los sujetos de la consulta previa tendrán carácter vinculante y son de cumplimiento obligatorio para el Estado, los sujetos de la consulta previa y el solicitante. En caso de no existir acuerdo entre los sujetos de consulta y el solicitante, la misma ley (art. 215) faculta al Ministerio de Minería y Metalurgia la definición final de la consulta previa. No existen mayores especificaciones sobre el procedimiento de consulta previa solicitados por empresas públicas, y en áreas reservadas para el Estado, como es el caso de las operaciones de extracción de litio.

La LMM establece que la consulta previa es obligatoria y se han realizado algunos avances en la reglamentación de su realización. Sin embargo, existen algunas limitaciones a la participación social efectiva en la toma de decisiones sobre un proyecto minero. La normativa tiene algunos vacíos, que son cruciales para el caso del litio en Bolivia:

¹⁰¹ Ley N° 026 de Régimen Electoral, de 30 de junio de 2010.

¹⁰² Los informes deben ser puestos en línea en <https://www.oep.org.bo/consulta-previa/>.

¹⁰³ Los derechos colectivos son los derechos fundamentales de los pueblos indígenas, que pueden ejercer como grupo o colectividad. Entre estos, se puede mencionar los derechos a: la identidad cultural; la participación; decidir sobre sus prioridades de desarrollo; conservar sus costumbres e instituciones; la jurisdicción especial; sobre sus tierras y territorios; a la salud con enfoque intercultural; y a la educación intercultural. (Aedo Ruedo y Bustamante de Almenara, 2017).

- La LMM indica que las operaciones mineras sólo por prospección y exploración no requieren de la consulta previa (art. 207-II). Tal es el caso de los salares alares de Uyuni, Coipasa, Pastos Grandes, Empexa, Capina, Cañapa y Chiguana, que forman parte de la carpeta de proyectos de la firma YLB, donde en algunos de ellos la empresa boliviana viene realizando estudios de cuantificación de recursos, conjuntamente con empresas extranjeras, según convocatoria internacional.
- Si bien, según la LMM, los acuerdos, resultado de la consulta, son de carácter obligatorio (art. 215), ni el Convenio N° 169 ni la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas otorgan a los sujetos de la consulta previa el derecho a veto a la ejecución de las actividades de la explotación minera (art. 208-III). Además, de acuerdo con la Ley N° 026 (art. 39), "las conclusiones, acuerdos o decisiones tomadas en el marco de la consulta previa no tienen carácter vinculante". Todo ello limita el horizonte de participación de las comunidades afectadas, por ejemplo, ante una posible sobre explotación de acuíferos.
- La LMM establece que la consulta se realizará en áreas libres a partir de la aprobación de la misma ley; pero no aclara si la figura de Reserva Fiscal (como es el caso del salar de Uyuni) y el uso preferente del Estado de estas áreas está o no exenta de la realización del proceso de CLPI. La operación de la CLPI en las áreas de explotación programadas por el gobierno central puede conllevar una serie de complicaciones operativas, ya que la otorgación de áreas reservadas por el Estado no contempló los derechos constituidos por estos territorios indígenas en el área perimetral de los salares.
- De existir daños, por impactos cuantificables de un proyecto de explotación minera, que afecten derechos colectivos, la LMM prevé la figura de "reparación compensatoria", indicando que ésta "se determinará mediante los mecanismos legalmente reconocidos, como parte del procedimiento de consulta previa". En tal sentido, al no existir definición de estos mecanismos, más allá de un posible reclamo posterior de la comunidad, en caso de existir daños irreversibles sobre los ecosistemas y modos de vida tradicionales, se dificulta las formas de compensación, previa y mutuamente acordadas, aspectos contemplados comúnmente como resultado de la CLPI.

Estos son algunos de los aspectos que el marco normativo institucional boliviano atinentes a actividades mineras en salares altoandinos que no se han resuelto de manera cabal y deberán contemplarse para una implementación rigurosa de los mecanismos de participación en el marco de la EIA y el CLPI.

b) La participación en la Evaluación de Impacto Ambiental

La participación social en los procesos de gestión ambiental, en particular relativos a actividades, obras y proyectos (AOP), está garantizada por el marco normativo (Ley del Medio Ambiente de 1992). Éste se viabiliza operativamente por su reglamentación específica: primero, facilitando el requerimiento de información por parte de las comunidades al equipo profesional encargado de los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA); y, segundo, obligando, tanto al equipo técnico como a la autoridad competente, a una Consulta Pública a la población afectada para realizar observaciones y sugerencias para la implementación del proyecto, en la fase de identificación de impactos (RGA, art. 77 y RPCA, arts. 161 y 162). Esta fase de consulta se ejecuta sobre la base de una amplia disponibilidad de información sobre el proyecto y sus implicaciones para las poblaciones sujeto de consulta.

La Ley N° 1.333 de Medio Ambiente, el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA) y sus modificaciones, contemplan algunas estipulaciones sobre la forma de participación social, tanto en la Consulta Pública, como en otras instancias:

- La Consulta Pública (CP) debe realizarse en la fase de identificación de impactos, como parte del EEIA, "para tomar en cuenta observaciones, sugerencias y recomendaciones del público que pueda ser afectado por la implementación del proyecto, obra o actividad" (RPCA, art. 162). Por ende, es la implementación de un espacio de participación social concreto con relación a los impactos esperados del proyecto.

- Se establece que “cualquier persona natural o colectiva (...) podrá hacer conocer por escrito sus observaciones, críticas y proposiciones respecto de un proyecto, obra o actividad” (RPCA, art. 164), sea durante la etapa de categorización del EEIA, revisión del EEIA o el otorgamiento de licencias ambientales. Sin embargo, esta atribución depende del avance en el acceso a información ambiental, que aún es limitado.
- En términos operativos, los reglamentos correspondientes refieren la necesidad de la verificación de las siguientes etapas: i) la publicación en prensa de la implementación de una consulta pública; ii) presentación de un borrador de EEIA y PMA para la etapa de consulta pública; iii) el desarrollo de la reunión de consulta pública; iv) presentación de los resultados y recomendaciones de la consulta pública.

En general, los procesos de participación social, en particular de las comunidades posiblemente afectadas por estos proyectos, está vinculadas a los procesos de evaluación ambiental a través de la implementación de las líneas base, es decir, exclusivamente como dotadores de información. Este no es un proceso vinculante con el proceso de toma de decisiones sobre el territorio. En este escenario, los pobladores de las comunidades consultadas otorgan la información requerida para la línea de base social (establecida en el instrumento de determinación de impactos ambientales), requerida, a su vez, por el equipo de consultores encargados de la elaboración de los estudios correspondientes. Por otro lado, no existe un registro de las consultas públicas, ya que éstas se realizan en el marco de la prestación de servicios de empresas consultoras contratadas para la elaboración de los EEIA.

En este sentido, aún existe información limitada y poco clara sobre el nivel de aplicación de estos estándares de participación social en el caso de los procesos de evaluación ambiental realizados hasta el momento para las AOP del proceso de implementación de la extracción e industrialización del litio en Bolivia.

En conclusión, existen mecanismos de participación social en el sector minero, tanto en el ámbito de la Consulta Pública en el marco de los EEIA, como de la consulta previa para el CLPI. No obstante, estos mecanismos son aún limitados en su aplicabilidad y en su efecto sobre las decisiones de los proyectos en cuestión.

En el caso de los proyectos de extracción de sales de litio, la participación de las comunidades locales, particularmente en el salar de Uyuni, consistió principalmente en reuniones informativas, en un período previo a la aprobación de la Ley de Minería y Metalurgia de 2014. Estas reuniones permitieron establecer algunos acuerdos para el uso de ciertos espacios de la comunidad de Río Grande y acceso a fuentes de agua dulce para el uso del personal de las plantas, principalmente (Olivera, 2017). Desde la conformación de la empresa estatal boliviana Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), las relaciones con las comunidades se afianzaron en función de una mayor participación local en actividades relacionadas principalmente con servicios de transporte de materiales (Argento, 2018).

En tal sentido, el proceso de participación social se hace complejo por la cantidad de variables y actores en juego. Por un lado, se encuentra el desafío de resolver el bajo nivel de cumplimiento de los estándares nacionales de participación social. Por otro lado, la necesidad de efectivizar el cumplimiento de acuerdos para la participación local en la distribución de beneficios.

Recuadro VI.4
Estudio de caso 4. Estado Plurinacional de Bolivia: licencia social,
participación y consulta previa en minería del litio

En Bolivia, la implementación de la participación de las comunidades indígenas en la toma de decisiones sobre actividades extractivas (como es el caso de los sectores de minería, energía e hidrocarburos) está en proceso de construcción y consolidación, con distintos niveles de avance. El caso de la minería del litio refleja estas mismas limitaciones y alcances, ya que estas actividades, en los salares altoandinos bolivianos, se vienen regulando en el marco del régimen minero y las estipulaciones correspondientes del régimen de regulación ambiental.

El sector de energía e hidrocarburos es uno de que más avances tiene en la elaboración e implementación de un marco procedimental específico de participación social, pero éste se basa aún en la normativa ambiental, ya que no se han desarrollado normas específicas de aplicación del Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). En este caso se aplica la consulta pública^a, en el marco del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), cuando la actividad, obra o proyecto tiene Categoría I o II, que tiene un carácter más informativo que deliberativo. De manera similar, en el proceso de EIA de los proyectos mineros se aplica la consulta pública, como parte de los requerimientos del régimen de regulación ambiental.

El gobierno boliviano viene ejecutando, desde 2008, un programa de inversiones en el sector de recursos evaporíticos, con fondos públicos. Actualmente, este programa está siendo dirigido por la empresa pública Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB), principalmente a través de la producción piloto de sales de litio, iniciada en 2013, y el funcionamiento de una planta industrial de sales de potasio, en el salar de Uyuni, desde 2018. En Bolivia se implementaron tres Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) en minería de recursos evaporíticos desde 2010. En dos de estos EEIA se aplicó el proceso de consulta pública con un carácter más bien informativo; el tercer EEIA está en proceso de categorización y no inició aún ninguna consulta.

En relación con la licencia social, no existe un marco legal específico en Bolivia^b. Desde el punto de vista jurídico podría argumentarse que, en este caso, no se requiere esta licencia, dado que los recursos estratégicos, como el litio y los salares, están bajo la tuición exclusiva del nivel central del Estado^c. No obstante, no está claro qué implica la obtención de esta licencia en una Reserva Fiscal o en su área de influencia^d. El acceso por parte de la empresa pública YLB a recursos estratégicos, como puede ser fuentes de agua dulce o espacios propios de las comunidades para pozos de exploración de agua salada, implicaron, en la práctica, la obtención de una licencia social, que se hizo efectiva a través de procesos de negociación directa entre la empresa y la(s) comunidad(es)^e.

Entonces, la licencia social para la minería del litio en Bolivia se efectiviza de manera práctica a través del conjunto de acuerdos entre la empresa y la(s) comunidad(es). Estos acuerdos tuvieron los objetivos de: reducir los riesgos de conflictividad ambiental y "riesgo social"; incrementar los niveles de confianza entre la empresa y las comunidades, brindando cierta legitimidad social a las actividades mineras; y garantizar el acceso a recursos estratégicos para la operación minera, como es el caso de las fuentes de agua. En el reciente acuerdo entre la firma YLB y la comunidad de Río Grande, la empresa pública logró el acceso a un volumen adicional de fuentes de agua para asegurar la operación de la planta industrial de carbonato de litio, inaugurada en diciembre de 2023. Este volumen de agua viabiliza el proyecto "Ingeniería, Procura y Construcción de la Planta de Tratamiento de Agua y Facilidades de Bombeo", en el salar de Uyuni, que tiene el objetivo de proporcionar agua purificada para la fase industrial.

En relación con la consulta previa para el CLPI, no se tiene registro de ningún proceso iniciado de esta naturaleza en el caso de la minería del litio^f. Como es de amplio conocimiento, la defensa de la tierra, el territorio y los recursos naturales, así como las demandas de respeto de los derechos de los pueblos indígenas en Bolivia, fueron impulsadas a través de más de 10 marchas indígenas, partiendo de la histórica marcha de 1990 de los pueblos indígenas de tierras bajas. Esto permitió, a partir de 1991, consolidar el marco normativo que respalda los procesos de CPLI y el respeto de derechos territoriales a través del saneamiento y titulación de tierras: los Territorios Comunitarios de Origen (TCO), en el marco de la Ley INRA (1996)^g, hoy denominados Territorios Indígena Originario Campesinos (TIOC) (Mercado Ponce, 2021). La CPLI se aplica en estos territorios y la identificación de sujetos a ser consultados depende de una demarcación territorial; a pesar de que el Sistema Interamericano de Derechos Humanos establece que este proceso no quita la posibilidad de considerar sujetos de consulta a poblaciones indígenas con territorios aún no titulados.

La región intersalar (entre los departamentos de Oruro y Potosí), donde se encuentran los salares de Uyuni y Coipasa, no estuvo al margen de los procesos de defensa de tierra, territorio y recursos naturales. Actualmente, en esta región existen 9 territorios indígenas (5 ya cuentan con un título reconocido por el Estado boliviano), directamente vinculados con los salares en etapa de exploración, pilotaje y operación, así como las cuencas a las que pertenecen (véase el cuadro 1). En la TIOC Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lípez se encuentran las comunidades del área de influencia directa de las operaciones en el salar de Uyuni, iniciada en 2008; el salar de Pastos Grandes, en fase de implementación de pilotaje desde 2023; y los salares Empexa, Capina, Cañapa y Chiguana, en programación. Otros sectores del salar de Uyuni, como el flanco norte y occidental, y el salar de Coipasa, donde se programa la ejecución de otros proyectos de Extracción Directa de Litio, se encuentran en el área de influencia directa de otros territorios indígenas, como la TCO Aransaya Maransaya, la TCO La Marka Salinas de Garci Mendoza y sus Ayllus, la TIOC Ayllu Hornillo y la TIOC Ayllu Grande.

Cuadro 1
Estado Plurinacional de Bolivia: territorios indígenas en las zonas circunsalar e intersalar de los departamentos de Oruro y Potosí, en orden de superficie

Organización demandante	Estado de saneamiento	Superficie (En hectáreas)
TIOC Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lípez	Titulado	2 000 291,6
TCO Aransaya Maransaya	Sin saneamiento	1 064 528,2
TCO Ayllu Aransaya y Urinsaya del Cantón Tolapampa	Titulado	492 192,0
TCO Distrito Municipal Indígena de Coroma	Sin saneamiento	350 753,5
TCO La Marka Salinas de Garci Mendoza y sus Ayllus	Titulado	242 030,9
TIOC Central Única Provincial de Comunidades Originarias Enrique Baldivieso	Titulado	234 064,7
TIOC Ayllu Hornillo	En proceso	190 813,7
TCO Marka Challacota Belén	Titulado	88 318,3
TIOC Ayllu Grande	En proceso	37 979,2

Fuente: Sobre la base de Paye, Arteaga y Ormachea (2013).

La existencia de poblaciones indígenas organizadas en territorios, con una identidad cultural ancestral e instituciones propias, define un panorama suficiente para la implementación de procesos de consulta previa en el marco del Convenio N° 169. No obstante, cuando se iniciaron las obras de las plantas piloto, en abril de 2008, durante la primera gestión de gobierno de Evo Morales, no existía aún un marco normativo y procedimental boliviano para implementar la consulta previa. La Ley N° 1.777, Código de Minería, de 1997, no contenía mención alguna respecto a la consulta previa. No obstante, existía una obligatoriedad de realización de procesos de información, amparados en la Ley del Medio Ambiente (de 1992). El marco normativo para la CPLI se inició con la Ley Electoral (de 2010) y la ley de Minería y Metalurgia (de 2014).

Respecto a la fase industrialización, entre 2015 y 2016 se firmaron contratos para la construcción de la planta industrial de cloruro de potasio y el diseño de la planta de carbonato de litio en el salar de Uyuni. Para este período período ya se contaba con el marco regulatorio suficiente para ejecutar procesos de consulta previa, más allá de los márgenes de participación de la Ley del Medio Ambiente. Por ejemplo, ya existía un mandato explícito de la CPE (2009, art. 30) y la Ley Electoral (2010, art. 39) ya reconocía la obligatoriedad de la consulta previa "con anterioridad a la toma de decisiones respecto a la realización de proyectos, obras o actividades relativas a la explotación de recursos naturales".

En este sentido, el período desde 2008 hasta la actualidad se caracterizó por la implementación de la consulta pública, en el marco de las evaluaciones ambientales, y la licencia social, ejecutada a través de acuerdos directos entre la empresa YLB y la comunidad de Río Grande, en el flanco sur del salar de Uyuni. No obstante, de acuerdo con el portal del Órgano Electoral Plurinacional no se han realizado CPLI en el período referido^h. En el período que sigue corresponde esperar la ejecución de CPLI que diera como consecuencia la participación efectiva de las comunidades indígenas en la toma de decisiones para la implementación de las plantas piloto de Extracción Directa de Litio, planeadas por el gobierno boliviano, con participación de empresas extranjeras. La existencia de poblaciones indígenas organizadas en territorios, con una identidad cultural ancestral e instituciones propias, define un panorama suficiente para la implementación de procesos de consulta previa en el marco del Convenio N° 169.

Fuente: Elaboración propia.

^a La Consulta Pública a la población afectada tiene carácter obligatorio y sirve para realizar observaciones y sugerencias para la implementación del proyecto, en la fase de identificación de impactos (RGA, art. 77 y RPCA, arts. 161 y 162), por ende, es parte del proceso de obtención de una Licencia Ambiental. No se trata de la Consulta Previa Libre e Informada establecida en el marco del Convenio 169.

^b La licencia social, a diferencia de la licencia ambiental, es una licencia informal de la(s) comunidad(es) para operar en el lugar, que busca reducir los riesgos de conflictividad.

^c La Ley N° 2564, de 9 de diciembre de 2003, declaró la Reserva Fiscal del Salar de Uyuni; y la Ley N° 535 declaró a las lagunas y salares como "áreas reservadas para el Estado" en su art. 26.

^d Si bien los salares están declarados como Reserva Fiscal, más un área perimetral, no queda claro cómo proceder con el área de influencia y el resto de la cuenca, donde las comunidades indígenas tienen territorios titulados, además de espacios de uso ancestral para ganadería, agricultura, turismo y manejo de vida silvestre.

^e En el caso del salar de Uyuni, la empresa YLB firmó acuerdos de entendimiento con la comunidad Río Grande desde 2014, para viabilizar el acceso a fuentes de agua, tanto para la fase piloto, como la fase industrial, que se encuentra en despegue con la inauguración de la planta en diciembre de 2023.

^f Los procesos de CPLI efectivizados se encuentran registrados en el Órgano Electoral Plurinacional, tal como establece la normativa nacional. De acuerdo con este registro, no se realizó ningún proceso de CPLI en los salares de Bolivia.

^g Ley N° 1715 del Servicio Nacional de Reforma Agraria (Ley INRA), del 18 de octubre de 1996.

^h Los informes de consulta previa disponibles en: <https://www.oep.org.bo/consulta-previa/informes/>, no hacen referencia a CPLI entre la empresa YLB y comunidades.

c) Transparencia y rendición de cuentas

El proceso de rendición de cuentas de la gestión anual de las entidades públicas, en concreto las empresas estatales estratégicas, como es el caso de la empresa Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB)¹⁰⁴, se enmarca en la Ley N° 466, de la Empresa Pública¹⁰⁵. Los criterios de transparencia de la norma boliviana no sólo incluyen la declaración jurada de bienes y rentas del personal ejecutivo y operativo de las empresas estatales, sino también incorporan otros controles internos con la Contraloría General del Estado y el Ministerio de Transparencia Institucional y Lucha Contra la Corrupción¹⁰⁶. Además, se establecen reglas respecto a la relación de las empresas estatales con la transparencia y rendición de cuentas hacia el resto de la sociedad, que se pueden denominar controles externos. Éstos están directamente vinculados con la gestión de información de las empresas, para que la misma que sea de acceso público. De acuerdo con la Ley N° 466: “La empresa pública transparente su gestión difundiendo su información en forma veraz, oportuna, comprensible y confiable, en el marco de los preceptos constitucionales y normas aplicables” (art. 3), detallando que las empresas públicas están obligadas a publicar información referida a su gestión en medios de comunicación escrita, electrónica y audiencias de rendición pública de cuentas, así como implementar otros mecanismos que permitan transparentar su gestión empresarial, en el marco de los preceptos constitucionales y normas aplicables. La política de transparencia de la empresa deberá quedar establecida en normas internas y deberá considerar la información reservada (art 57).

Sobre la base de lo explicado, los mecanismos de transparencia y rendición de cuentas que las empresas estatales en Bolivia utilizan son:

- Información en medios de comunicación. Estos instrumentos consisten en la elaboración de Memorias Anuales, que se publican en forma digital e impresa. Se han publicado 12 Memorias entre 2010 y 2021 (la última publicada). El contenido de estas memorias incluye: explicación de la estrategia de industrialización; descripción de los avances en investigación geológica, operaciones de campo, investigación y desarrollo; los progresos en la implementación de las fases piloto de producción de materiales catódicos y celdas de iones de litio; los resultados de comercialización de productos; cifras periódicas de inversión planificada y ejecutada; las características que tienen los componentes de medio ambiente y seguridad industrial; y relaciones externas y comunicación, donde se detalla principalmente las visitas que tuvieron las plantas. Además de las memorias, el Ministerio de Comunicación implementó propagandas informativas en medios de comunicación de carácter nacional (prensa, televisión y radio). Ello se intensificó en períodos previos y posteriores a la inauguración de plantas y obras. Seguidamente, en el período reciente de gobierno, YLB implementó espacios de divulgación de información en la región del sudoeste de Potosí, así como en el departamento de Oruro, denominados “socializaciones”.
- Audiencias de rendición de cuentas. El proceso de rendición de cuentas de la gestión anual de las entidades públicas, en concreto, las empresas públicas estratégicas, como YLB, se enmarca en la Ley N° 466 de la Empresa Pública. En este caso, YLB elaboró un informe de rendición de cuentas en formato de presentación, que fue puesto a consideración del público en forma presencial (o virtual). Estos informes tienen un énfasis económico-financiero y no incluyen una explicación de los aspectos socioambientales. La empresa YLB no realiza informes de sostenibilidad. Los componentes de medio ambiente, seguridad industrial y relación con comunidades se describen de forma somera en las memorias anuales. Los resultados de gestión y estados financieros de empresas públicas son auditados por la Contraloría General del Estado, que cuenta con un instrumento técnico específico (Contraloría General del Estado Plurinacional de Bolivia, 2014).

¹⁰⁴ En 2017, el gobierno boliviano creó la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos —YLB, bajo tuición del Ministerio de Energías, en sustitución de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, a través de la Ley N° 928, de 27 de abril de 2017. Asimismo, el funcionamiento de YLB se reglamentó a través del Decreto Supremo 0975, de 28 de junio de 2017. El término “Empresa Pública” utilizado en la normativa hace referencia a las empresas de propiedad o con participación mayoritaria del Estado.

¹⁰⁵ Ley N° 466, de la Empresa Pública, de 26 de diciembre de 2013.

¹⁰⁶ En 2021 bajo la denominación: Ministerio de Justicia y Transparencia Institucional.

En la primera etapa de implementación del proyecto estatal boliviano, la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), dependiente de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), dirigió los primeros esfuerzos. En este período, las intervenciones del sector público en la gestión de los recursos evaporíticos se ejecutaron en el marco del proyecto: “Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Uyuni-Planta Industrial” (véase el capítulo IV)¹⁰⁷. En esta primera etapa, el proceso de rendición pública de cuentas se ejecutó a través del Ministerio de Minería y Metalurgia. En este proceso se hace referencia exclusivamente a los montos de inversión acumulados. El detalle del avance del proyecto se hizo público a través de memorias anuales (desde 2010), libros de contenido detallado, que estuvieron disponibles en la página web de la GNRE hasta la creación de YLB. Los libros fueron distribuidos a todo público a requerimiento y presentados en las comunidades. No obstante, la comprensión de estos textos por parte de la población local fue limitada y no ayudó a un entendimiento de todas las implicaciones del proyecto en el territorio. En esta etapa, las percepciones sobre los resultados del proyecto se basaron más bien en la información divulgada por medios de comunicación, la propaganda del gobierno central y la experiencia minera de la región (Olivera, 2017).

La etapa más reciente se vincula con la implementación de la política de industrialización desde el gobierno central. En esta etapa se lanza el proyecto de implementación de Extracción Directa de Litio, a través de convocatorias a empresas extranjeras para la preparación de propuestas técnicas. Asimismo, este período se acompañó con la implementación de espacios de socialización de los avances de este proceso y las nuevas metas planteadas por la empresa YLB, a organizaciones locales y regionales.

Desde la creación de YLB, la totalidad del proyecto implementado por la GNRE pasó a tuición del Ministerio de Energías, a través de la creación de la empresa estatal YLB. El proceso de rendición de cuentas se ejecutó de forma directa como Empresa Pública Nacional Estratégica, en el marco de la Ley N° 466, de la Empresa Pública.

Los procesos de audiencia de rendición pública de cuentas consisten en la presentación de un informe sucinto de los logros y alcance de los objetivos de gestión de las entidades y empresas públicas, a través de exposiciones públicas y la difusión en línea de la presentación.

En la primera etapa de ejecución se tuvieron “dificultades que aún existen en la rendición pública de cuentas, en relación con el formato de la información que no suele ser clara y de sencillo entender para las organizaciones sociales y la sociedad civil que ejercen control social, así como en la entrega anticipada de la información” (Ministerio de Transparencia Institucional y Lucha Contra la Corrupción, sin fecha). En tal sentido, la información tiende a ser menos densa y focalizada en la transparencia en el manejo de recursos públicos y lucha contra la corrupción. De ahí que los informes de rendición de cuentas tienen un mayor énfasis económico-financiero.

Los contenidos del informe público son más amplios, abordando, además de la inversión ejecutada, los logros y avances en las áreas de infraestructura, investigación científica, producción, comercialización y actividades de prospección geológica, que incluye estudios sobre fuentes de agua (YLB, 2020).

En tal sentido, uno de los desafíos consiste en la implementación de un sistema de información pública y en línea, que permita profundizar los procesos de participación y el cumplimiento de los estándares socioambientales propuestos por la misma normativa nacional. Asimismo, se requiere producir nueva información en temas y dimensiones prioritarias para gestión de sostenibilidad, incluyendo indicadores de seguimiento de los proyectos de industrialización en cada salar.

¹⁰⁷ Para ampliar la información sobre el proyecto boliviano, en el período 2008-2016, puede consultarse: Olivera (2017).

D. Lección 4: sostenibilidad ambiental y social en la minería del litio en Chile

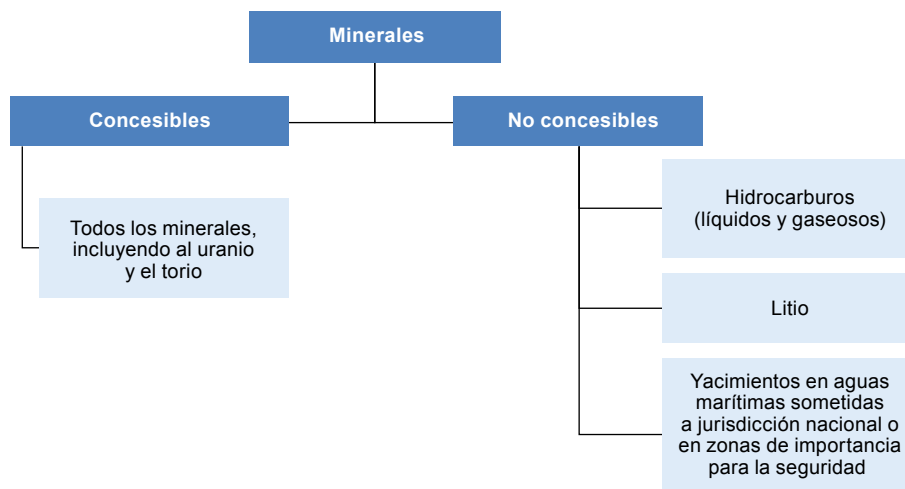
1. Marco regulatorio

Desde 1979, el litio se encuentra reservado al Estado, según lo señala el Decreto Ley N° 2.886, de ese mismo año, por razones de interés nacional, lo que implica la imposibilidad de los particulares de obtener por parte del Estado —dueño absoluto y exclusivo de todos los salares— el otorgamiento de concesiones mineras de exploración y de explotación (también llamadas “pertenencias”). Por ello, desde entonces, no es posible para los particulares constituir nuevas pertenencias mineras sobre litio. Corresponde al Estado ejercer los derechos que le conciernen sobre éste en la forma que prescriba la ley. Sin perjuicio de ello, se exceptúan de dicha reserva las pertenencias que, a esa fecha, ya estuvieran constituidas o en trámite, las que se mantendrían vigentes.

También, por exigirlo el interés nacional, a partir de 1979, todos los actos jurídicos cuyo objeto sea el litio extraído y sus concentrados, derivados y compuestos, deben ser celebrados con o por la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), o mediando su autorización previa. Ello se justifica en su calidad de material de interés nuclear, justificada en sus aptitudes para intervenir en la generación de energía nuclear (o atómica), la que se considera de importancia estatal. La CCHEN, de acuerdo con su ley orgánica, es el organismo encargado de asesorar al gobierno en todos los asuntos relacionados con la energía nuclear. Entre sus responsabilidades se encuentran también fomentar, realizar o investigar la exploración, la explotación y el beneficio de materiales atómicos naturales, el comercio de dichos materiales ya extraídos y de sus concentrados, derivados y compuestos, al acopio de materiales de interés nuclear, y la producción y utilización, con fines pacíficos, de la energía nuclear en todas sus formas, tales como su aplicación a fines médicos, industriales o agrícolas y la generación de energía eléctrica y térmica (Ley N° 16.319, que crea la CCHEN).

Posteriormente, desde 1983, y en concordancia con su reserva estatal, la Ley N° 18.097, Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras, y el Código de Minería, declararon al litio como una sustancia no concesible. Esto es, no susceptible de concesión minera, impidiendo así la apropiabilidad de este elemento por particulares.

Diagrama VI.5
Chile: Artículo 3 de la Ley N° 18.097, Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la legislación.

No obstante, los derechos de quienes hasta entonces ya eran titulares de propiedad minera fueron respetados. En otras palabras, sus derechos subsistieron bajo la vigencia de la nueva normativa, de manera que pueden explotar libremente el litio como cualquier otra sustancia concesible¹⁰⁸, sin perjuicio de quedar sujetos a cierta tutela del Estado, a través de la CCHEN.

Como consecuencia de lo anterior, existen actualmente dos regímenes legales aplicables a la exploración y explotación del litio en Chile, aplicándose en ambos casos las facultades que la ley entrega a la CCHEN:

- el régimen legal aplicable a las pertenencias mineras sobre litio constituidas bajo la vigencia del Código de Minería de 1932, excluidas de la reserva del litio al Estado;
- el régimen legal aplicable al litio reservado al Estado.

A continuación, se analizará brevemente cada uno de ellos.

a) Régimen legal aplicable a las pertenencias mineras constituidas sobre litio bajo la vigencia del Código de Minería de 1932, excluidas de la reserva del litio al Estado

Las pertenencias mineras válidamente constituidas bajo la vigencia del Código de Minería de 1932 subsistieron como concesiones mineras, salvo en lo relativo a sus goces, cargas y extinción, que pasaron a regirse por el Código de Minería de 1983¹⁰⁹.

Por esa razón, el litio existente en esas pertenencias mineras ya constituidas corresponde a su titular (y no al Estado), quien tiene derecho a explotar y hacerse dueño del litio que pueda extraer dentro de los límites de su pertenencia. Este derecho no solo es oponible al Estado y a cualquier persona, sino que además es transferible, transmisible y susceptible de todo acto o contrato.

Existen pocas pertenencias mineras constituidas con anterioridad a la reserva del litio al Estado que hayan quedado reguladas bajo este régimen. Algunos ejemplos se encuentran en los salares de Atacama, Maricunga, Pedernales, Quisquiro y Aguilar. De ellas, sólo se encuentran actualmente en explotación las pertenencias mineras denominadas "OMA", constituidas por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en 1977 en el salar de Atacama, actualmente en explotación por las empresas Albemarle Corporation y SQM Salar S.A., en virtud de contratos suscritos con la CORFO, y que explican la producción actual de litio en Chile.

**Recuadro VI.5
Estudio de caso 5: salar de Atacama**

La cuenca del salar de Atacama, de tipo endorreica, se ubica en la región de Antofagasta y está delimitada al oeste por la cordillera de Domeyko y al este por las cumbres volcánicas de la cordillera de Los Andes, que en ocasiones superan los 4.000 metros de altura. El salar de Atacama es el único salar en Chile con operaciones activas para la obtención de compuestos de litio, posicionando al país como el segundo mayor productor mundial de este recurso. Con una extensión aproximada de 17.000 km², es el más grande del país y se encuentra en un contexto climático desértico caracterizado por una marcada escasez hídrica.

El salar de Atacama posee una biodiversidad de alto valor y una gran fragilidad en sus ecosistemas, especialmente en las lagunas. En su territorio conviven la minería, la agricultura y el turismo, siendo esta última la actividad que genera mayor dinamismo y fuentes de empleo a nivel local. La población estable de San Pedro de Atacama asciende

¹⁰⁸ Artículo 3, Ley N° 18.097, Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras, inciso cuarto: "No son susceptibles de concesión minera los hidrocarburos líquidos o gaseosos, el litio, los yacimientos de cualquier especie existentes en las aguas marítimas sometidas a la jurisdicción nacional ni los yacimientos de cualquier especie situados, en todo o en parte, en zonas que conforme a la ley, se determinen como de importancia para la seguridad nacional con efectos mineros, sin perjuicio de las concesiones mineras válidamente constituidas con anterioridad a la correspondiente declaración de no concesibilidad o de importancia para la seguridad nacional".

¹⁰⁹ Vale la pena recordar aquí que debe tratarse de pertenencias constituidas sobre litio, pues, de acuerdo con las normas del Código de 1983, la propiedad minera no se constituía sobre todas las sustancias concesibles, como lo autoriza el Código de Minería vigente, sino que por cada mineral que ésta comprendiera.

aproximadamente a 10.000 habitantes, cifra que puede duplicarse durante la temporada alta turística. La cuenca está habitada por comunidades atacameñas del pueblo Lickanantay, quienes consideran el entorno un espacio natural sagrado y espiritual, esencial para la vida. Estas comunidades desarrollan actividades vinculadas a sus prácticas culturales, como la trashumancia y la cosmovisión ancestral, manteniendo tradiciones de riego, agricultura, ganadería y medicina tradicional.

En la cuenca del salar de Atacama operan varias empresas especializadas en minería metálica (cobre) y no metálica (litio). En el caso de las empresas de litio, estas obtienen salmueras ricas en litio y otros elementos a partir del bombeo de salmueras del salar que son vertidas en piscinas para su evaporación y consecuente concentración.

La tensión entre los diferentes actores gira principalmente en torno al agua, debido a la incertidumbre respecto a los impactos de la minería sobre el ecosistema y las formas de vida en el territorio, así como el desconocimiento de los efectos del cambio climático sobre el riego y la agricultura local. A esto se suma la falta de una gobernanza articulada y la escasez de información pública e independiente para comprender la hidrología e hidrogeología del salar, lo que se ve aumentado por una deficiente gestión de los datos disponibles, su inconsistente interpretación y la aún limitada comprensión del complejo sistema del salar.

A pesar de ser la cuenca más monitoreada del país, con más de 900 puntos de control, la comunidad declara que existen puntos críticos que no se monitorean y que los datos actuales se centran en el salar y no en la cuenca en su conjunto. Los habitantes de la cuenca perciben que la fracción de agua de la salmuera que se evapora hacia la atmósfera, producto del proceso de concentración, genera un impacto sobre el ecosistema, ya que no se implementan técnicas de recuperación y recirculación, ni se han implementado a la fecha tecnologías extractivas más eficientes. Se considera, por lo tanto, que las operaciones generan pérdidas de agua.

Por otra parte, distintas organizaciones no gubernamentales (ONG) declaran que ya existe un evidente deterioro del ecosistema de la cuenca, una disminución de la cantidad de agua disponible y un impacto de los sistemas lacustres, ecosistemas únicos de los que depende una amplia variedad de formas de vida, entre estas, microorganismos, aves y camélidos, caracterizadas por su endemismo y resiliencia. Incluso, en 2022, el Consejo de Defensa del Estado interpuso una demanda en contra de tres empresas mineras (Minera Zaldivar, Minera Escondida y Albemarle) por daño irreparable del acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo que alimenta vegas o humedales que son clave en la vida de comunidades indígenas^a. Este proceso judicial aún se encuentra pendiente de fallo^b.

Muy recientemente la empresa Albemarle ha solicitado al Servicio de Evaluación Ambiental la revisión de su Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 21/2016, del proyecto "Modificaciones y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el salar de Atacama", de Albemarle, y de la RCA N° 226/2006, vinculada al proyecto "Cambios y mejoras de la operación minera en el salar de Atacama", de SQM Salar, citando impactos ambientales significativos y la necesidad de un enfoque integral sobre ambas operaciones, estudios adicionales sobre la interacción entre la extracción de salmuera y el comportamiento del acuífero, así como el uso de tecnologías avanzadas para monitorear y mitigar los efectos del cambio climático, lo que no solo demuestra cierta intención de actualizar y optimizar la gestión ambiental de las empresas de litio que operan en la zona, sino también la necesidad de abordar de mejor manera los efectos de la actividad minera sobre el territorio y sus desafíos.

Con todo, las actitudes de los habitantes de la cuenca no son uniformes frente a esta situación. Se identifican dos posturas contrapuestas: parte de la comunidad resiste a la minería en el territorio y se niega al diálogo, mientras que algunas comunidades originarias logran acuerdos a beneficio del cuidado de las personas, el desarrollo económico/cultural y el cuidado medioambiental de la cuenca.

Por su parte, el Estado ha iniciado un proceso de diálogos participativos para recoger las expectativas y preocupaciones respecto de las medidas establecidas por la Estrategia Nacional del Litio, y también hay consultas indígenas corriendo de forma paralela, como aquella liderada por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), relacionada con la distribución de aportes de SQM Salar a las comunidades en virtud del contrato suscrito por esta empresa con la CORFO.

Las empresas Albemarle y SQM operan en la zona en virtud de contratos suscritos con la CORFO, modificados sustancialmente durante los años 2016 y 2018, respectivamente. A fines de 2023, Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) y SQM firmaron un Memorándum de entendimiento (MoU, por sus siglas en inglés), previo a un acuerdo de asociación que se firmaría en 2024, que establece en detalle todos los pasos, etapas, derechos, obligaciones, términos y condiciones de la asociación público-privada que asumirá la producción de litio refinado desde 2025 hasta 2060. La asociación tendrá la tarea de diseñar y desarrollar un nuevo proyecto productivo, que incorporará nuevas tecnologías para tender a un equilibrio hídrico y, al mismo tiempo, incrementar la recuperación del litio con los más altos estándares ambientales. En la sociedad conjunta, CODELCO será titular del 50% de las acciones más una^c.

Una de las aristas más complejas que enfrenta la asociación entre CODELCO y SQM tiene relación con las comunidades indígenas que habitan en el entorno del salar de Atacama. Si bien el MoU de diciembre de 2023 ya contempla el requisito de realizar una consulta indígena respecto de aquellas medidas administrativas referidas a

la asociación y que sean susceptibles de afectar directamente a los pueblos indígenas, la reticencia de un grupo de comunidades al acuerdo se ha transformado en una de las principales preocupaciones para el éxito de la negociación final. Esa situación también ha profundizado ciertos conflictos internos y divisiones entre las propias comunidades indígenas, basados en el peso que cada una tendrá en la relación con la asociación^d.

Por su parte, CORFO y Albemarle, todavía mantienen una disputa no resuelta respecto al contrato suscrito en 2016. CORFO presentó el 19 de febrero de 2021 una solicitud de arbitraje en la Cámara de Comercio Internacional (ICC) en contra de Albemarle por la sistemática violación del contrato de explotación del litio firmado con el Estado de Chile. La solicitud busca que la empresa minera cumpla con el contrato suscrito en 2016, en el que se establece un pago de comisiones trimestrales a CORFO por la explotación de litio. De acuerdo con la solicitud, por los incumplimientos al contrato durante todo 2020, Albemarle ha dejado de pagar a CORFO cerca de US\$ 15 millones por concepto de menores comisiones. Dada la apertura de ambos actores al diálogo, se espera que esta disputa se resuelva durante 2024.

En la actualidad, tanto las empresas como el Estado promueven el diálogo entre los actores para trabajar y avanzar de manera conjunta. Sin embargo, la desconfianza previa, la desarticulada gobernanza, la poca información relativa a los impactos de la minería sobre la cuenca y la falta de cohesión entre los habitantes del territorio dificultan estos procesos. A pesar de estos desafíos, es destacable la voluntad e interés que tienen todos los actores involucrados en mejorar la situación.

La producción de litio representa una gran oportunidad para el desarrollo sostenible de Chile. Con una mejor gestión y un aprovechamiento responsable de sus recursos minerales, el país puede potenciar su crecimiento económico y mejorar con creces su impacto socioambiental. Por ello, un desafío clave es reconocer que el dinamismo de los salares demanda una perspectiva integradora y la implementación de revisiones y actualizaciones continuas de las medidas ambientales. Esto es esencial para asegurar que las operaciones mineras en el territorio sean cada vez más sostenibles y responsables.

Fuente: Elaboración propia.

^a Las vegas son humedales que se forman por afloramientos de agua subterránea. Las de Tilopozo, en particular, se ubican en un sector al sur del Salar Atacama que ha sido utilizado continuamente a lo largo de la historia por la comunidad como zona de pastoreo, aguas para uso medicinal, leña, recolección de plantas medicinales y para actividades recreativas y de turismo.

^b Para más información, véase: <https://www.cde.cl/cde-interpone-demanda-de-reparacion-por-dano-ambiental-ocasionados-al-salar-de-atacama/>; <https://www.ita.cl/primer-tribunal-ambiental-inspecciona-sector-de-negrillar-y-tilopozo-para-determinar-eventual-dano-al-medioambiente/>.

^c Para más información, véase: https://www.codelco.com/prontus_codelco/site/docs/20160401/20160401130745/2023_12_27_memorando_de_entendimiento_codelco___sqm.pdf.

^d Esta situación no es nueva, teniendo en cuenta que el proceso de consulta indígena a propósito de la distribución de dineros provenientes del acuerdo CORFO-SQM de 2018, llevado adelante por la CORFO desde noviembre de 2023, es producto de un conflicto interno. El 26 de agosto de 2022, la Corte Suprema acogió un recurso de la comunidad de Camar, que reclamó por la fórmula en que se estaban distribuyendo los dineros comprometidos para las comunidades del salar en el acuerdo de CORFO y SQM de 2018. Una cláusula establecía que se debían repartir entre US\$ 10 millones y US\$ 15 millones anuales para proyectos de inversión y fomento. Desde entonces, SQM ha destinado un total de US\$ 63,5 millones para ser distribuidos a estos grupos, pero desde 2021 a la fecha sólo se han repartido US\$ 14,2 millones, pues la orden de la Corte es realizar la consulta indígena antes de distribuir el resto. A las otras comunidades no les ha parecido nada bien.

b) Régimen legal aplicable al litio reservado al Estado

Pese a la declaración de “inconcesibilidad” del litio desde el Decreto Ley N° 2.886 de 1979, la legislación chilena permite que éste sea objeto de aprovechamiento, disponiendo cuáles son los medios a través de los cuales es posible llevar a cabo la exploración y explotación de los minerales no concesibles. En efecto, de acuerdo a los artículos 19° N°24 de la Constitución Política de la República (CPR), 3° de la Ley N° 18.097, Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras (LOCCMI) y 8° del Código de Minería: la exploración y explotación de los yacimientos que contengan litio que no haya sido objeto de concesión minera, podrán ejecutarse directamente por el Estado o por sus empresas, o por medio de concesiones administrativas o de contratos especiales de operación, con los requisitos y condiciones que fije el Presidente de la República por decreto supremo¹¹⁰. Los dos primeros, corresponden a casos en los que la exploración y explotación del litio es de cargo estatal, mientras que los dos últimos, corresponden a casos donde dichas tareas se les encomendarían a particulares (no estatales).

¹¹⁰ De acuerdo a lo dictaminado por la Contraloría General de la República, en ejercicio de esa facultad, el Presidente de la República puede decidir la suscripción de un contrato especial de operación de litio o de una concesión administrativa mediante licitación o contratación directa (Dictamen N° 68.476/2012).

Como se desprende de lo anterior, la determinación del régimen jurídico especial de exploración y explotación del litio contenido en concesiones mineras constituidas con posterioridad a 1979, se encuentra radicada constitucionalmente en el presidente de la República¹¹¹. Más allá de las normas ya citadas, no existen normas especiales que regulen el otorgamiento de concesiones administrativas o la suscripción de contratos especiales de operación de litio (CEOL) por parte del Ministerio de Minería.

Chile es el primer productor mundial de cobre y el segundo de litio, dos minerales críticos para la transición energética mundial. En este marco, el país ha emprendido un conjunto de estrategias para mantener el liderazgo en los dos mercados. Entre estas medidas destaca: la Política Nacional Minera 2050; la Estrategia Nacional del Litio; la promulgación de una nueva ley de Royalty a la Gran Minería (o “Ley de Royalty Minero”) en agosto de 2023; y un proyecto de ley Marco de Autorizaciones Sectoriales en tramitación.

La Política Nacional Minera 2050 pone fuerte énfasis en el cobre y el litio, estableciendo directrices para que la producción cumpla con los estándares socioambientales vigentes¹¹². Además, se prioriza el uso de energías renovables en la matriz eléctrica y el uso de agua de mar sobre las aguas continentales, para enfrentar la sequía que afecta a varias zonas mineras.

La Estrategia Nacional del Litio (ENL), lanzada en abril de 2023, establece un conjunto de medidas que buscan incorporar capital, tecnología, sostenibilidad y agregación de valor a la minería del litio de Chile, en armonía con las comunidades. Con ese propósito, establece que el desarrollo de la industria del litio será liderado por el Estado e involucrará al sector privado en todo el proceso productivo, a través de colaboraciones público-privadas.

Los objetivos de la ENL incluyen el desarrollo sostenible del potencial productivo de litio del país, la sostenibilidad social y ambiental, y el desarrollo tecnológico y de cadenas de suministro. Además, se busca la participación del Estado de Chile en las rentas económicas del litio, la sostenibilidad fiscal de los ingresos por litio, la diversificación de actores y la contribución a la diversificación económica y al crecimiento potencial. De acuerdo con el documento, estos objetivos serán logrados a través de:

- la conformación de asociaciones público-privadas para la explotación del recurso y el crecimiento de la industria;
- la participación de las comunidades y autoridades locales para asegurar la sostenibilidad ambiental, política y social de las medidas establecidas;
- asegurar la participación del Estado en todo el ciclo industrial, a través de la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO) y la Empresa Nacional de Minería (ENAMI), ambas empresas mineras del Estado, y de la creación del Comité del Litio y Salares y de la Empresa Nacional del Litio;
- la creación del Instituto Público de Litio y Salares para la creación de capacidades;
- la modernización del marco institucional, en línea con las metas y desafíos del país.

Recuadro VI.6 **Estudio de caso 6: salar de Maricunga**

El salar de Maricunga, ubicado en la región de Atacama, es una cuenca que alberga importantes proyectos mineros y está habitada por comunidades originarias Colla. El pueblo colla es un pueblo originario andino, reconocido por la Ley Indígena N° 19.253. La base de la ocupación ha sido la trashumancia, en virtud de las necesidades del pastoreo y los ciclos de sequía que determinan la escasez o abundancia de pastos⁹. En la actualidad, el pueblo colla está conformado por un conjunto de comunidades indígenas que habitan la cordillera de Atacama en las provincias de Copiapó y Chañaral, entre la quebrada Juncal por el Norte y el río Copiapó por el sur, localizándose sus asentamientos en El Salvador —sector Portal del Inca—, Potrerillos, Quebrada Paipote, Quebrada San Miguel, Quebrada Carrizalillo y el río Jorquera y sus afluentes.

¹¹¹ Contraloría General de la República (Dictamen N° 68.476/2012).

¹¹² Véase decreto N° 2/ 2022, del Ministerio de Minería para más información: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1188415>.

El territorio ancestral de la comunidad colla Pai-Ote es uno de los de mayor riqueza mineral del mundo, e incluye el denominado "Cinturón de Oro de Maricunga" o "Franja de Maricunga", uno de los distritos auríferos más importantes del país. Esta región ha sido fuertemente intervenida por la minería metálica, principalmente de cobre, lo que ha generado desplazamientos de las comunidades locales hacia ciudades como Copiapó y Chañaral. Sin embargo, en la actualidad, las comunidades están llevando a cabo una especie de reocupación del territorio, enfocándose en actividades como la agricultura, la ganadería transhumante, la medicina ancestral, la curtiembre y la talabartería.

El salar de Maricunga es escenario de múltiples conflictos debido a la actividad minera. En particular, la minera Kinross Gold fue declarada responsable de daño ambiental a la vega Valle Ancho, ubicada en el Corredor Biológico Pantanillo-Ciénaga Redonda, a su vez parte del sitio Ramsar Complejo Lacustre, afectando 70 hectáreas en las zonas de humedales en las lagunas del Negro Francisco y Santa Rosa, esta última parte del Parque Nacional Nevado Tres Cruces, un sitio Ramsar ubicado en el extremo sur del salar^b. Estas acciones han levantado alertas entre la comunidad local y grupos activistas debido a la contaminación y la afectación sobre la disponibilidad de agua en la región^c. En el caso destaca la sentencia del tribunal ambiental que criticó la demora injustificada de más de tres años por parte de los organismos estatales en reaccionar ante la desecación de un humedal, cuya custodia les correspondía. En particular, se señaló la ineficacia de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), responsable de proteger el área afectada, y se cuestionó su capacidad institucional para cumplir con su mandato legal. La sentencia subraya la necesidad de establecer un organismo público adecuado para la protección de la biodiversidad y urge a las instituciones a actuar con diligencia ante amenazas al medio ambiente, tomando medidas correctivas antes de que prescriban.

La cuenca del salar de Maricunga alberga 40 empresas con pertenencias mineras, pero solo tres empresas contaban con proyectos activos. La primera de ellas es Simco SpA a través de su proyecto "Producción de sales de Maricunga", del Grupo Errázuriz. La segunda, era la empresa Minera Salar Blanco, cuyo proyecto Blanco y las correspondientes autorizaciones fueron vendidas a comienzos de 2023 a la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO). Finalmente, CODELCO, también cuenta con su proyecto "Salar de Maricunga o Proyecto Paloma". Otra empresa con una importante propiedad minera en la zona es SQM, aunque nunca desarrolló un proyecto en la región. En el futuro, SQM traspasaría esas pertenencias mineras a CODELCO, en virtud del Memorándum de entendimiento (MoU, por sus siglas en inglés) firmado entre ambas empresas por el salar de Atacama a fines de diciembre de 2023.

CODELCO, la empresa estatal chilena, ha asumido un papel protagónico en el salar de Maricunga. La incursión de esta empresa en la región comenzó en 2016, cuando la Política del Litio y la Gobernanza de los Salares del segundo gobierno de Michelle Bachelet instruyó a la empresa analizar la factibilidad de un modelo de negocios para el aprovechamiento de los salares de Maricunga y Pedernales.

En 2017, CODELCO obtuvo los permisos requeridos para explorar, explotar y comercializar litio ante la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y, en 2018, obtuvo el primer Contrato Especial de Operación de Litio (CEOL) otorgado en la historia de Chile. Dicho contrato le otorga derechos de exploración y explotación sobre un polígono de gran magnitud que abarca casi todo el salar.

En 2018, comenzaron varios conflictos judiciales entre la comunidad colla Pai Ote y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), pues en el nuevo acuerdo CORFO-SQM de aquel año se incluyó una cláusula con directas implicancias en el salar de Maricunga, que facilitaría una eventual asociación entre SQM y CODELCO para dar mayor viabilidad a una futura explotación del salar por parte de la empresa estatal, acuerdo que se habría materializado sin consulta indígena previa.

Entre 2018 y 2019, CODELCO inició el levantamiento de información para la caracterización ambiental del salar, período en que también estableció un primer contacto con las seis comunidades indígenas identificadas, dentro del área de influencia del proyecto de exploración, para informarles sobre la iniciativa y levantar la información necesaria para preparar su declaración de impacto ambiental (DIA). Esa DIA fue ingresada al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en enero de 2020, quien evaluó favorablemente el proyecto en noviembre de ese año. Tras ello, durante 2021 e inicios de 2022, se gestionaron y obtuvieron diversos permisos sectoriales, que son un requisito para poder ingresar al terreno, y se contrataron los servicios requeridos para la campaña de exploración, la cual se pudo iniciar en febrero de 2022, y cuyo cierre ocurrió en junio de 2023. Con todo, las comunidades advierten que las visitas de CODELCO al salar para levantar información se hicieron sin aviso y coordinación^d.

Paralelamente, en septiembre de 2020, el proyecto "producción de sales de Maricunga" de Simco Lithium obtuvo resolución de calificación ambiental (RCA) favorable para explotar 140 l/s. La comunidad de Pai Ote decidió entonces demandar al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y a Simco por no haber realizado consulta indígena. En 2022, la sentencia de la Corte Suprema falló en favor de la comunidad y determinó que la empresa debía realizar ese paso. Este fallo de la Corte Suprema tiene gran importancia, pues más tarde, la misma comunidad Pai Ote, sería quien derribará el proceso de licitación de cuotas de litio llevado adelante por el gobierno del expresidente Piñera.

En 2023, CODELCO acordó la compra de las acciones de Lithium Power International, incluyendo el proyecto Blanco y su RCA, en US\$ 244 millones, como parte de la estrategia de la compañía estatal chilena de consolidar un proyecto único en ese salar. Como parte del proyecto, se seleccionaría a un socio operador durante el primer semestre de 2025 para iniciar la extracción de litio en el salar de Maricunga, quien podría aspirar a tener el 49% de la propiedad. El paso siguiente de CODELCO, según lo ha declarado la empresa, es fortalecer sus relaciones y el diálogo con las comunidades collas que habitan el territorio.

La tensión se focaliza en torno a la cuestión del agua, debido a la incertidumbre de las comunidades respecto al impacto de la minería sobre el ecosistema. Las comunidades collas poseen derechos de aprovechamiento de agua y dependen de vertientes que nacen en cabeceras de quebradas, donde el origen de las aguas es aún incierto y se desconoce la forma de conexión entre las cuencas. Las comunidades collas aseguran que las aguas de las quebradas provienen de la cuenca del salar de Maricunga y, específicamente, de la laguna Santa Rosa, que se ubica en el extremo sur, y que aguas abajo dan sustento al riego, cultivo y ganadería. El descenso de los niveles de agua en las lagunas afectaría, además, a la vegetación, caracterizada por lagunas, vegas y humedales que dan vida a la flora y fauna local.

Contribuye al conflicto la casi nula disponibilidad de información pública e independiente sobre aquella cuenca, que es generada por la misma actividad minera para comprender la hidrología e hidrogeología de la cuenca. A ello se suman la ausencia de monitoreo en el salar, la incertidumbre asociada al efecto del bombeo de salmuera sobre la laguna Santa Rosa, la explotación actual de agua fresca de la minería metálica, y los consecuentes impactos sobre las formas de vida en el territorio. Con apoyo de asesores técnicos, las comunidades han documentado que los estudios de las mineras son incompletos, inconsistentes e incongruentes entre sí. En el caso particular del salar de Maricunga no se ha medido el efecto sinérgico que implicaría iniciar las operaciones de los proyectos de CODELCO y de Simco.

Desde entonces, las comunidades collas ubicadas aguas abajo del salar intensifican su oposición a la minería de litio y el conflicto aumenta debido a la tensión que genera la incertidumbre a futuro por los impactos de los proyectos mineros en el salar que ya cuentan con licencia ambiental. A pesar de la experiencia de los potenciales impactos en el salar de Atacama, en el salar de Maricunga se han aprobado dos proyectos para un salar de mucho menor tamaño y profundidad y sin mejoras operacionales con respecto a las prácticas vigentes.

Fuente: Elaboración propia.

^a Hay evidencias de constante trashumancia y flujo caravanero desde tiempo colonial.

^b Se denomina "sitio Ramsar" a aquellos humedales incluidos en la Lista de Ramsar de "Humedales de Importancia Internacional", en el marco de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional. Se trata de un acuerdo internacional que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Para más información, véase www.ramsar.org/es.

^c Véase <https://tribunalambiental.cl/sentencia-maricunga-d-26-27/>.

^d Véase <https://www.paiscircular.cl/biodiversidad/ercilia-araya-la-autoridad-ancestral-colla-que-exige-garantias-al-estado-para-la-explotacion-del-litio-desde-el-salar-de-maricunga/>.

Las principales acciones de la ENL, anunciadas desde 2023, son las siguientes:

- Creación de un Comité del Litio y Salares. En julio de 2023 se creó el Comité del Litio y Salares, que tiene como finalidad colaborar con el logro de los objetivos de la ENL y está dirigido por un "Consejo Estratégico", compuesto por los ministros y ministras de Minería; Economía, Fomento y Turismo; Hacienda; Relaciones Exteriores; Medio Ambiente; Ciencia, Tecnología e Innovación; y el vicepresidente Ejecutivo de la Corporación de Fomento y Producción (CORFO). Desde su creación, la instancia ha sesionado de manera sistemática cada mes.
- Inicio de un proceso de diálogo y participación. Desde octubre de 2023, el Ministerio de Minería ha llevado adelante procesos de diálogos participativos y consultas indígenas (que se extenderán hasta 2025), en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Metropolitana, que buscan recoger las expectativas y preocupaciones de autoridades, empresas, academia, pueblos indígenas y organizaciones sociales.
- Creación de una Red de Salares Protegidos. La creación de la Red está aún en proceso, estableciéndose criterios para la definición de los sistemas salinos que formarán parte de la propuesta. Este proceso contemplaría distintas etapas y requiere de estudios, participación y consulta indígena en las instancias que correspondan.
- Modernización del marco institucional. En agosto de 2023, el Ministerio de Minería lanzó una licitación para actualizar el marco regulatorio del litio. La Facultad de derecho de la Universidad de Chile se encuentra actualmente realizando esta asesoría.

- Desarrollo sostenible del potencial productivo del país. El Ministerio de Minería abrirá un llamado a expresiones de interés para identificar el interés de la industria en la exploración y explotación de los yacimientos del litio en el país. La información obtenida a partir de este proceso será utilizada para diseñar licitaciones u otros mecanismos que resulten adecuados para la celebración de contratos especiales de operación de litio (CEOL) y definir los yacimientos prioritarios para ello. Estos procesos, de acuerdo con lo declarado por el gobierno de Chile, se llevarán a cabo priorizando una explotación ambientalmente sostenible; y respetando las obligaciones en materia de consulta indígena que establece el Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y las Áreas Protegidas del Estado, tanto las actuales como las nuevas que resulten del proceso que dará origen a la Red de Salares Protegidos.
- ENAMI, por su parte, ha avanzado con el proyecto Salares Altoandinos, en la región de Atacama, a través de un proceso de Consulta Indígena por su solicitud de CEOL en curso, implementado por la cartera de Minería. Asimismo, ENAMI está realizando una campaña de sondeos y ha dado inicio al proceso de búsqueda de un socio a través de un llamado a expresiones de interés para empresas operadoras y financistas.
- Por otra parte, el gobierno de Chile también definió aquellos proyectos en que el Estado tendrá un rol mayoritario y aquellos en los que no:
 - Proyectos con participación mayoritaria de Estado. En los proyectos a ser desarrollados tanto en el salar de Atacama como en el salar de Maricunga, el Estado, a través de CODELCO, tendrá una participación mayoritaria en las alianzas público-privadas destinadas a la exploración y/o explotación de litio.
 - Proyectos liderados por Empresas del Estado. Se definió que CODELCO en el salar de Pedernales y ENAMI en los salares Grande, Los Infieles, La Isla y Aguilar, desarrollarán sus proyectos implementado alianzas público-privadas, con la flexibilidad que requiera cada iniciativa.
 - Proyectos liderados por inversionistas privados (nacionales o extranjeros). Se anunció la realización de un proceso público y transparente de llamado a inversionistas a presentar su interés por desarrollar uno o más proyectos de exploración y explotación de yacimientos de litio en el territorio nacional, mediante la suscripción de CEOL. La información obtenida a partir de este proceso será utilizada por el Ministerio de Minería para diseñar licitaciones u otro mecanismo adecuado para la celebración de los respectivos CEOL.

Quedan excluidos de este proceso los salares incluidos en los puntos (a), (b), los espacios geográficos que tengan categoría de parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales, así como aquellos ecosistemas salinos (lagunas y salares) que formen parte de la Red de Salares Protegidos.

- Creación de un Instituto Tecnológico y de Investigación Público de Litio y Salares (ITIP). En 2023, un equipo de trabajo compuesto por varios ministerios, la CORFO y representantes regionales de Antofagasta y Atacama diseñó el Instituto Tecnológico y de Investigación Público de Litio y Salares (ITIP). El ITIP se enfocará en el conocimiento y las tecnologías para la extracción, producción, valor agregado, aplicaciones y reciclaje del litio, así como en la protección de los salares y la situación de las comunidades locales.
- Incorporación del Estado en la actividad productiva del salar de Atacama. CODELCO logró un acuerdo con SQM para la continuidad y aumento de la producción de litio en el Salar de Atacama. A partir de 2025, el Estado formará parte del proyecto, asegurándose una participación mayoritaria desde el 2031.
- Creación de la Empresa Nacional del Litio. La Empresa Nacional del Litio tendría por finalidad hacerse cargo de todo el proceso productivo de litio, desde la extracción hasta la agregación de valor. Actualmente, esta última actividad está siendo desarrollada por la CORFO, mientras que las dos empresas públicas mineras en actividad, CODELCO y ENAMI, están trabajando en exploraciones. Según han declarado, las autoridades están evaluando cuándo es el mejor momento para presentar el proyecto de ley para crear esta empresa.

Chile realizó una actualización de su Ley de Royalty Minero en 2023. La ley estableció un royalty para la explotación de cobre y litio con el fin de distribuir beneficios económicos en todo el país contribuyendo al cierre de brechas territoriales. Asimismo, creó un organismo encargado de administrar el Royalty. En la ley se incluyen aumentos de la carga fiscal sobre los operadores mineros cuyas ventas anuales sean predominantemente de cobre y superen un valor equivalente de 50.000 toneladas métricas de cobre fino, pero con una carga fiscal máxima del 45,5% para los que tengan 80.000 toneladas métricas y del 46,5% para el resto. De los ingresos de recaudados por esta ley (estimados en 1.350 millones de dólares anuales desde 2025), 450 millones de dólares se distribuirán entre tres fondos: i) un fondo para compensar a las comunidades mineras directamente afectadas por las externalidades negativas de las actividades mineras (Fondo de Comunas Mineras); ii) un fondo para las comunidades más vulnerables del país (Fondo de Equidad Territorial); y iii) un fondo para infraestructuras productivas en las regiones del norte del país (Fondo para la Productividad y el Desarrollo)¹¹³.

2. Marco regulatorio ambiental

En Chile, los proyectos de explotación de litio deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), conforme a la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y el Decreto Supremo N° 40 de 2012 del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Esta ley garantiza el derecho a un medio ambiente libre de contaminación —reconocido como una garantía constitucional en el numeral 8 del artículo 19 de la Constitución Política de la República—, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

El SEIA es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo que, antes de la ejecución de un proyecto, permite a la autoridad determinar si: i) cumple con la legislación ambiental vigente; y ii) se hace cargo de los potenciales impactos ambientales significativos.

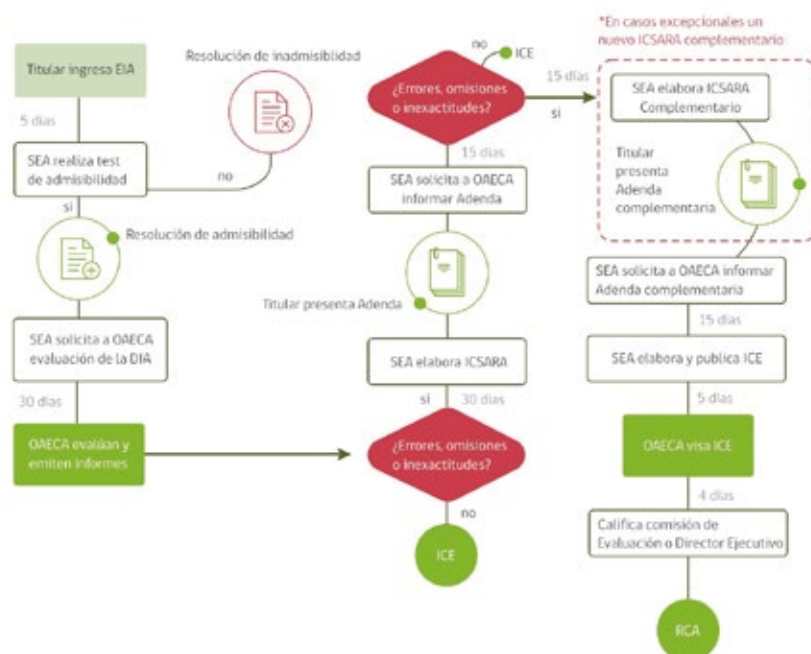
La evaluación o estudio de impacto ambiental (EIA) es el procedimiento previsto en el marco del SEIA para determinar si el impacto ambiental de un proyecto o actividad se ajusta a las normas jurídicas vigentes. La Ley N° 19.300 establece que dicho procedimiento está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). En términos generales, la evaluación de impacto ambiental se basa en el análisis de las partes, obras y acciones de un proyecto o actividad a ejecutarse o modificarse. El análisis busca determinar cómo estas alteran los componentes o elementos del medio ambiente receptores de impactos que son considerados objetos de protección para el SEIA. La EIA se realiza antes de la ejecución del proyecto o actividad y, por lo tanto, se basa en una predicción de la evolución de los componentes ambientales en los escenarios sin y con proyecto (Servicio de Evaluación Ambiental, 2021).

El titular del proyecto debe analizar si éste se encuentra en el listado de tipologías susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deben presentarse al sistema, de acuerdo con el artículo 10 de la Ley N° 19.300 y 3 del Reglamento del SEIA. En caso afirmativo, debe luego definir la modalidad de ingreso, que puede ser a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Esa definición se hará teniendo en cuenta el artículo 11 de la Ley N° 19.300, que regula qué corresponde en cada caso, en base a los efectos, características o circunstancias allí señaladas. Cuando corresponda, el titular del proyecto deberá indicar en su EIA las medidas destinadas a mitigar, reparar o compensar dichos efectos, características o circunstancias.

Se presentan dos diagramas que dan cuenta del esquema tradicional de tramitación de los EIA y de las DIA.

¹¹³ Para más información sobre el Royalty Minero véase <https://www.bcn.cl/portal/leyfacil/recurso/royalty-minero>.

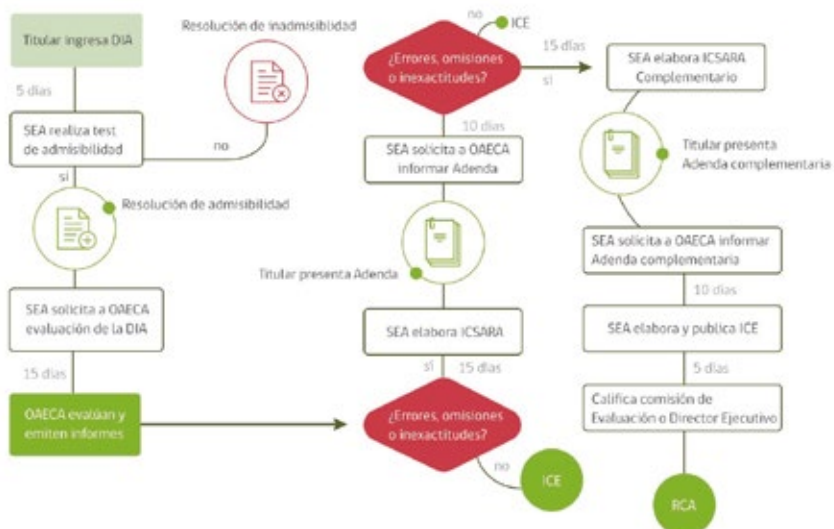
Diagrama VI.6
Chile: esquema general de tramitación de Estudio de Impacto Ambiental



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental (2023).

Nota: OAECA = Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental; ICE = Informe Consolidado de Evaluación, documento consolidado de los antecedentes del proceso de evaluación ambiental del proyecto o actividad; ICSARA = Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones, documento que emite el SEA una vez que ha recibido los informes correspondientes de los distintos servicios públicos involucrados en el proceso de evaluación de un proyecto o actividad, con el objetivo de requerir aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones a la DIA o al EIA entregado por el titular; RCA = Resolución de Calificación Ambiental, acto administrativo terminal mediante el cual la Comisión de Evaluación (Coeva) Regional o el/la director/a ejecutivo/a del SEA, según corresponda, una vez culminado el proceso de evaluación del EIA o la DIA, establece si este ha sido aprobado, rechazado o aprobado con condiciones.

Diagrama VI.7
Chile: esquema general de tramitación de Declaración de Impacto Ambiental



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental (2023).

Nota: OAECA = Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental; ICE = Informe Consolidado de Evaluación, documento consolidado de los antecedentes del proceso de evaluación ambiental del proyecto o actividad; ICSARA = Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones o Ampliaciones, documento que emite el SEA una vez que ha recibido los informes correspondientes de los distintos servicios públicos involucrados en el proceso de evaluación de un proyecto o actividad, con el objetivo de requerir aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones a la DIA o al EIA entregado por el titular; RCA = Resolución de Calificación Ambiental, acto administrativo terminal mediante el cual la Comisión de Evaluación (Coeva) Regional o el/la director/a ejecutivo/a del SEA, según corresponda, una vez culminado el proceso de evaluación del EIA o la DIA, establece si este ha sido aprobado, rechazado o aprobado con condiciones.

Dentro del proceso de evaluación ambiental participan diversos organismos con competencia ambiental, denominados "Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental" (OAECA). Sus pronunciamientos no son vinculantes, pero deben ser considerados en el Informe Consolidado de Evaluación (ICE) y para el otorgamiento de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA). Dentro de estos organismos se encuentran algunos como la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI), la Dirección General de Aguas (DGA), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), entre otros.

La puesta en marcha de los proyectos de explotación de litio en salares se inicia con la etapa de exploración. La misma tiene como finalidad obtener información hidrogeológica para una evaluación preliminar de los recursos *in situ* de litio presentes en la salmuera y, así, evaluar su factibilidad técnica y económica de extracción. Ello puede requerir realizar prospecciones a través de sondajes. Por regla general, los proyectos de exploración no tienen la obligación de someterse al SEIA, a excepción de que se ejecuten en áreas de protección oficial o que el número de plataformas superen el umbral establecido en el Reglamento del SEIA. La tipología principal de los proyectos de explotación de litio y otras sustancias minerales que deben presentarse al SEIA son aquellos que extraen salmuera en cantidades superiores a 5.000 t/mes, según lo establecido en la letra i) del artículo 10 de la Ley N° 19.300 y en la letra i.1) del artículo 3 del Reglamento del SEIA. Para las plantas de proceso, podría ser aplicable la letra k) del artículo 10 de la Ley N° 19.300 y la letra k.1) del artículo 3 del Reglamento del SEIA, en función de la potencia instalada (Servicio de Evaluación Ambiental, 2021).

Una vez comenzada la fase de explotación de un proyecto litio, aparece en el escenario la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), especialmente para la fiscalización y cumplimiento de las condiciones señaladas en las RCA ya otorgadas.

3. Participación ciudadana y consulta indígena

Dentro de la institucionalidad ambiental creada por la Ley N° 19.300, la participación ciudadana aparece como principio aplicable a todos los asuntos ambientales. Específicamente, se contempla la participación ciudadana al interior del SEIA, los Planes de Prevención y Descontaminación, las Normas de Calidad Ambiental, las Normas de Emisión y la Evaluación Ambiental Estratégica. Respecto al principio de participación ciudadana, el Mensaje del Proyecto de la Ley N° 19.300, señala: "[...] el proyecto establece el principio participativo. Este principio es de vital importancia en el tema ambiental, puesto que, para lograr una adecuada protección del medio ambiente, se requiere de la concurrencia de todos los afectados en la problemática. Por ello, el principio de la participación ciudadana se encuentra presente en todo el desarrollo del proyecto (...). El principio de la participación se puede apreciar en muchas de las disposiciones. En primer término, procurando que las organizaciones locales puedan informarse y, en definitiva, hasta impugnar los nuevos proyectos en proceso de autorización por causar un impacto ambiental significativo y negativo sobre el ambiente. Se pretende que terceros distintos de los patrimonialmente afectados puedan accionar para proteger el medio ambiente, e incluso obtener la restauración del daño ambiental (...)"¹¹⁴.

Por su parte, el artículo 4 de la Ley N° 19.300 señala: "[...] Es deber del Estado facilitar la participación ciudadana y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente", mientras que el artículo 26 dispone: "[...] Corresponderá a las Comisiones de Evaluación o el Director Ejecutivo, según el caso, establecer los mecanismos que aseguren la participación informada de la comunidad en el proceso de calificación de los Estudios de Impacto Ambiental y de las Declaraciones cuando correspondan [...].

¹¹⁴ Por su parte, el mensaje del proyecto de la Ley N° 20.417, que crea el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), señaló como uno de los ejes estructurantes la participación ciudadana, indicando: "una de las críticas habituales al actual modelo institucional es la insuficiencia de participación ciudadana. [...] Un sistema de participación ciudadana transparente, informado y público puede contribuir a una mejor calidad de las decisiones, pero también a una adecuada gobernabilidad ambiental".

La participación ciudadana ha sido definida por Moreno Santander (2004) como: “[...] el conjunto de directrices, principios y normas dispuestas por la ley y la autoridad competente que permiten a las personas, naturales y jurídicas, y a las organizaciones sociales y comunitarias afectadas o interesadas en alguna forma por distintos eventos de relevancia ambiental ser incorporadas formalmente al proceso decisonal que lleva a la adopción de políticas y medidas de carácter medioambiental, a la autorización de actividades que importan un compromiso ambiental, a la dictación de regulaciones pertinentes y a la resolución de los conflictos que se presenten [...]”¹¹⁵.

En el procedimiento de EIA, el principio de participación ciudadana se traduce en el ejercicio por parte de la comunidad:

- del derecho a la información, que se manifiesta en la obligación legal que pesa sobre el proponente a publicar, a su costa, un extracto del proyecto o actividad sometida al EIA, tanto en el Diario Oficial como en algún periódico de circulación nacional o regional, según corresponda (artículos 27, 28 y 31);
- del derecho a opinar responsablemente, que se traduce en las observaciones fundadas que las personas naturales directamente afectadas como los representantes de las entidades ciudadanas con personalidad jurídica pueden realizar al proyecto o actividad sometida al EIA (artículo 29); y
- del derecho a reclamar, que surge cuando la autoridad ambiental no cumple con su deber de ponderar debidamente las observaciones que la ciudadanía formuló en tiempo y forma, y que se materializa mediante la interposición del recurso de reclamación (artículo 29).

Es evidente el reconocimiento a la participación de los ciudadanos en el procedimiento de EIA de los proyectos presentados al sistema de evaluación. El sistema les otorga no sólo el derecho a realizar observaciones, obligando a la autoridad a pronunciarse fundadamente respecto de aquellas, sino que, además, entrega el derecho a deducir, primero, reclamación en sede administrativa y, luego, en sede judicial¹¹⁶.

Como se ha señalado más arriba, los proyectos de litio que ingresen al sistema de evaluación ambiental pueden hacerlo por vía del EIA o de la DIA. La Ley N° 19.300 sobre Bases del Medio Ambiente, en su artículo 29, estableció que, para el caso de los proyectos que ingresan por el EIA, debe existir una instancia de participación ciudadana obligatoria. La misma comienza a correr desde la publicación del proyecto en el Diario Oficial, y se extiende por 60 días hábiles. Durante este período, cualquier persona, natural o jurídica, puede participar mediante la realización de observaciones ciudadanas.

En el caso de los proyectos que ingresan al sistema de evaluación mediante la DIA, la ley no señala una instancia de participación ciudadana obligatoria. La misma se habilita solo por un período de 20 días, en aquellos casos en que es solicitada y se cumple con ciertos requisitos para ello: i) debe ser presentada por dos organizaciones ciudadanas con personalidad jurídica a través de su representante o 10 personas naturales directamente afectadas; b) debe ser presentada por escrito; c) debe ser presentada en un período de 10 días hábiles desde que la fecha de publicación del proyecto en el Diario Oficial; y d) se deben indicar cargas ambientales del proyecto.

El ordenamiento jurídico chileno contempla, además, la participación de los pueblos originarios que pueden verse afectados directamente por un proyecto. El procedimiento es el de Consulta Indígena obligatoria, que responde a la regulación internacional, contenida en el Convenio N° 169 de la OIT,

¹¹⁵ Mirosevic Verdugo (2011) ha señalado que la participación ciudadana en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental constituye “[...] una concreción del principio de cooperación de los ciudadanos con la Administración, puesto que en ocasiones la acción de ésta resulta insuficiente para la tutela efectiva del ambiente, de modo que a la ciudadanía corresponde un activo rol de colaboración en dicha función de interés público...Desde esta óptica, para algunos autores la participación ciudadana presenta carácter dual, esto es, constituye tanto un derecho como un deber de la ciudadanía (...)”.

¹¹⁶ Según se dispone en el artículo 29 de la Ley N° 19.300 en relación con el artículo 20 del mismo cuerpo legal y, luego, conforme lo dispone el artículo 17 N° 6, en relación al artículo 18 N° 5, ambos de la Ley N° 20.600.

ratificado por Chile. Dicho Convenio constituye una norma obligatoria no sólo por aplicación del artículo 5 de la Constitución Política, sino que, además, tiene un desarrollo directo en la regulación interna que busca materializar en términos concretos dicha normativa internacional.

Para que un proceso de consulta sea considerado adecuado de acuerdo con los estándares de la OIT “[...] los gobiernos deben garantizar que los pueblos indígenas cuenten con toda la información pertinente y puedan comprenderla en su totalidad” y “que genere las condiciones propicias para poder llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas, independientemente del resultado alcanzado”^{117 118}.

Por su parte, el Tribunal Constitucional chileno destaca en una de sus sentencias: “[...] la diferencia esencial que tiene la consulta a que se refiere el artículo 6, N° 1º, letra a), de la Convención N° 169, con aquellas otras que se establecen en el actual ordenamiento positivo. Para demostrarlo baste señalar que si bien la respuesta a la consulta a que se refiere el tratado no tiene un carácter vinculante stricto sensu si tiene una connotación jurídica especial que se encarga de precisarla el N° 2 del mismo artículo 6 que dice: “Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas” (Rol 309-2000, considerando 7).

Agrega el fallo que: “La participación a que se refiere el tratado, en esta parte, debe entenderse en el marco de lo que dispone el artículo 1 de la Constitución, que consagra el deber del Estado de “asegurar el derecho de las personas a participar con igualdad de oportunidades en la vida nacional” (considerando 72).

El artículo 2 del Decreto Supremo N° 66 de 2013, del Ministerio de Desarrollo Social, que establece el Reglamento que regula el Procedimiento de Consulta Indígena, dispone: “La consulta es un deber de los órganos de la Administración del Estado y un derecho de los pueblos indígenas susceptibles de ser afectados directamente por la adopción de medidas legislativas o administrativas, que se materializa a través de un procedimiento apropiado y de buena fe, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas susceptibles de afectarlos directamente y que debe realizarse de conformidad con los principios recogidos en el Título II del presente reglamento”.

Son medidas administrativas susceptibles de afectar directamente a los pueblos indígenas aquellos actos formales dictados por los órganos que forman parte de la administración del Estado y que contienen una declaración de voluntad, cuya propia naturaleza no reglada permita a dichos órganos el ejercicio de un margen de discrecionalidad que los habilite para llegar a acuerdos u obtener el consentimiento de los pueblos indígenas en su adopción, y cuando tales medidas sean causa directa de un impacto significativo y específico sobre los pueblos indígenas en su calidad de tales, afectando el ejercicio de sus tradiciones y costumbres ancestrales, prácticas religiosas, culturales o espirituales, o la relación con sus tierras indígenas. En ese sentido, se han emitido diversos fallos de la Corte Suprema referidos al sentido y alcance que debe dársele, indicando que “se produce cuando se ven modificadas sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual, las tierras que ocupan o utilizan de alguna manera, y la posibilidad de controlar, en la medida de lo posible, su propio desarrollo económico y cultural (Corte Suprema, Rol 16.817-13; Corte Suprema, Rol 817-16; Corte Suprema, Rol 138.439-20).

¹¹⁷ OIT, *Comprender el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales, 1989 (núm. 169), Manual para los mandantes tripartitos de la OIT*, Oficina Internacional del Trabajo, Departamento de Normas Internacionales del Trabajo. Ginebra: OIT (2013): 16.

¹¹⁸ Así lo ha entendido también la Corte Suprema, al señalar que “el Convenio N° 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales establece para aquellos grupos con especificidad cultural propia, un mecanismo de participación que les asegura el ejercicio del derecho esencial que la Constitución Política consagra en su artículo primero a todos los integrantes de la comunidad nacional, cual es el de intervenir con igualdad de condiciones en su mayor realización espiritual y material posible. De ello se sigue que cualquier proceso que pueda afectar alguna realidad de los pueblos originarios, supone que sea llevado a cabo desde esa particularidad y en dirección a ella. Ha de ser así por cuanto las medidas que se adopten deben orientarse a salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, la cultura y el medio ambiente de los pueblos interesados” (Corte Suprema, Rol 11.040-2011, considerando 5).

Ahora bien, la resolución de calificación ambiental de los proyectos o actividades que ingresan al SEIA, de conformidad a lo establecido en el artículo 10 de la Ley Nº 19.300, y que requieran un proceso de consulta indígena, según lo dispuesto en dicha normativa y su reglamento, se consultarán de acuerdo con la normativa del sistema, dentro de los plazos allí establecidos. Se debe respetar el artículo 16 del presente instrumento en lo que se refiere a las etapas de dicha consulta, e incluir, en todo caso, las medidas de mitigación, compensación o reparación que se presenten para hacerse cargo de los efectos del artículo 11 de la Ley Nº 19.300.

Claramente, todo proceso que derive en decisiones que puedan afectar alguna realidad de los pueblos originarios, como podría ocurrir en el caso de proyectos de litio, requiere conocer su punto de vista y posibilidad de expresión respecto de la forma específica cómo el proyecto podría perturbarles, lo que apunta a posibilitar su ejecución con estándares de inclusión medioambiental, ya que las medidas que se adopten deben orientarse a salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, las culturas y el medioambiente de las comunidades indígenas interesadas.

En consecuencia, el Procedimiento de Consulta Indígena permite la participación de los pueblos afectados por todo proyecto de litio, por ejemplo, por cuanto estos son parte de un intercambio de información relevante acerca de las obras a realizar y la forma en que ellas influirán en sus sistemas de vida, la exposición de los puntos de vista de cada uno de los potenciales afectados de manera de determinar la forma específica en que cualquier proyecto les perturba, el ofrecimiento de medidas de mitigación, compensación y/o reparación por parte del titular de cada proyecto, las que el SEA debe examinar en su mérito y, finalmente, la formalización de acuerdos en un plano de igualdad. Sólo así es posible el cumplimiento de la obligación consagrada en el artículo 4 de la Ley Nº 19.300, que dispone que “Los órganos del Estado, en el ejercicio de sus competencias ambientales y en la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, deberán propender por la adecuada conservación, desarrollo y fortalecimiento de la identidad, idiomas, instituciones y tradiciones sociales y culturales de los pueblos, comunidades y personas indígenas, de conformidad a lo señalado en la ley y en los convenios internacionales ratificados por Chile y que se encuentren vigentes”, otorgando a los pueblos indígenas la posibilidad de influir de manera real y efectiva en las decisiones públicas que sean de su interés. En esa misma línea, incluso no se requiere una afectación real o concreta, sino incluso solo una afectación potencial, cuya materialización debe ser analizada, precisamente, en el contexto de esa consulta (Corte Suprema, Rol 87.957-2022).

Si bien los procesos de “participación ciudadana” y “consulta indígena” son procesos distintos, especialmente porque la verificación de una consulta ciudadana no implica eliminar la procedencia de una consulta indígena —ya que la obligatoriedad de este último exige solo una afectación potencial, cuya materialización será analizada en el contexto de dicha consulta—, no puede desconocerse que ambos procesos tienen un objeto común, esto es, permitir que la comunidad pueda plantear sus observaciones y cuestionamientos desde la perspectiva medioambiental respecto de proyectos que deben ser evaluados ambientalmente.

4. Evaluación del caso chileno

Durante los últimos años la minería chilena, y en especial la industria del litio, ha tenido un vuelco importante hacia una industria más sostenible, tanto en sus procesos como en sus prácticas. Este vuelco no ha sido casual, ya que responde a las nuevas exigencias de la industria, de los clientes y de las regulaciones a las que están sometidas las empresas.

Ejemplo de esto son los esfuerzos relacionados con la reducción de huella de carbono en las operaciones, mayor reportabilidad, disminución de las extracciones de salmuera y del consumo de agua continental a través de la incorporación de nuevas tecnologías y de procesos más eficientes, así como también la generación de mayor valor compartido con las comunidades cercanas a las operaciones, entre otras iniciativas.

Además, en cuanto a los estándares de minería responsable, las dos empresas de litio que operan en el país están certificadas bajo el estándar de minería responsable IRMA (SQM con IRMA 75 y Albemarle con IRMA 50), considerado uno de los más completos del mundo¹¹⁹. Estas certificaciones desempeñan un papel crucial al proporcionar a las partes interesadas la información confiable de que los minerales se producen de forma responsable, con altos estándares socioambientales. Esto podría ir más allá de las exigencias normativas y complementar la licencia social para operar, una visión clave de cara al futuro en la carrera por abastecer los déficits de mercado de minerales.

Con todo, la cuestión socioambiental es aún un asunto complejo por resolver que toma cada vez más relevancia en los desafíos que enfrenta la industria minera, tanto en Chile como en el mundo. El país ha sido uno de los líderes en la producción de litio en los últimos años, y si bien ha hecho destacados avances en temas socioambientales, aún persisten desafíos, especialmente en la construcción de confianza social en los territorios vulnerables a los impactos de la minería, y en la mejora en la información disponible para enfrentar retos ambientales. En el caso particular de las actividades extractivas en salares, la ausencia de estudios y datos fiables sobre el estado actual de los acuíferos es de primordial importancia para el Estado, los territorios y sus habitantes.

Como se ha señalado, los salares son ecosistemas naturales dinámicos, complejos y frágiles. La extracción de salmuera puede alterar su equilibrio y afectar tanto a los ecosistemas colindantes como a los asentamientos humanos que habitan en las respectivas cuencas. De ahí el rol clave de la futura Red de Salares Protegidos propuesta en la Estrategia Nacional del Litio. Abordar la declaratoria definitiva con estudios (e información) detallados, criterios de protección y monitoreo adecuados y específicos, participación ciudadana y procesos de consulta indígena en los territorios aledaños a estos ecosistemas, será fundamental para que esa red cumpla su principal objetivo: proteger de manera efectiva estas áreas vitales para la biodiversidad.

La acción gubernamental sigue siendo crucial para la gestión sostenible de los salares y de la industria. Para aprovechar la ventana de oportunidad actual es imprescindible que Chile siga promoviendo inversiones responsables y la generación de mayor valor compartido y agregado en torno a la actividad minera. Para lograrlo, es necesario seguir mejorando el diálogo e incidencia de las actividades productivas en los territorios, la eficiencia y transparencia de la gestión sectorial, el desarrollo de infraestructura habilitante y fortalecimiento de capacidades en las regiones mineras, así como la promoción de encadenamientos productivos. Solo así el país podrá avanzar hacia un futuro más sostenible.

Recuadro VI.7

Estudio de caso 7: el cierre de faenas mineras en Chile. Resumen y referencia a los casos de Argentina y del Estado Plurinacional de Bolivia

Hasta 2011, Chile no contaba con regulación específica de cierre de faenas mineras que exigiera una garantía financiera que asegurara al Estado contar con fondos para cubrir los costos de mantener estables las instalaciones mineras, en el caso que la empresa incumpliera, total o parcialmente, las obligaciones contempladas en el marco normativo vigente hasta ese año. Ello cambió con la publicación de la Ley N° 20.551, del 11 de noviembre de 2011, que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras y que entró en vigor un año después. La aplicación de la Ley N° 20.551 se inició en noviembre de 2014, producto del principio de gradualidad. Desde entonces en Chile existen exigencias de medidas de cierre y postcierre para las faenas mineras metálicas y no metálicas, por lo que aplica a las faenas mineras de litio.

En Chile, existen solo dos empresas productoras de litio: la chilena SQM y la estadounidense Albemarle. Ambas tienen sus faenas en el salar de Atacama y operan bajo contratos de explotación con la agencia estatal de desarrollo, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO). Ambas empresas cumplen con las exigencias de la Ley N° 20.551. Actualmente cuentan con su plan de cierre aprobado. A continuación, se presenta información general sobre el cumplimiento de las exigencias de cierre de mina.

¹¹⁹ Un informe del Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (IISD, por sus siglas en inglés) de 2018, que evaluó 158 iniciativas voluntarias de reporte para la minería, concluyó que, aunque toda iniciativa tiene brechas, IRMA es el estándar que más se aproxima a cubrir todos los indicadores sociales relevantes para la minería.

Cuadro 1
Planes de cierre de SQM y Albemarle

Faena	Empresa	Ubicación	Inicio de operaciones	Año de término de vida útil	Inicio de cierre	Fin de cierre	N° resolución/año, que aprueba su Plan de cierre
Planta Salar de Atacama	SQM Salar S.A.	San Pedro de Atacama, Antofagasta	1995	2030	2031	2032	1381/2022. Actualización del Plan de cierre de la Faena Salar de Atacama
Salar del Carmen (yacimientos)	SQM Salar S.A.	San Pedro de Atacama, Antofagasta	1996	2047	2048	2050	1342/2022. Actualización del Plan de cierre de la Faena Minera Salar del Carmen
Planta Química La Negra y Salar de Atacama	Albemarle Ltda.	San Pedro de Atacama, Antofagasta	Abril de 1984	2043	2044	2045	287/2019. Actualización del Plan de cierre de la Faena Minera Salar del Carmen

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

En Chile, todo plan de cierre de faenas o instalaciones con una capacidad de extracción mayor a las 10.000 t/mes deberá incluir una garantía que asegure al Estado en todo momento la disponibilidad de fondos para cubrir, en forma exclusiva, los costos de las acciones, medidas y obras contempladas en los planes de cierre. Para constituir estas garantías la ley establece los instrumentos que se detallan a continuación.

- **Instrumentos A1:** certificados de depósito a la vista; certificados de depósito de menos de 360 días; boletas de garantía bancaria; cartas de crédito Stand B; y pólizas de garantía.
- **Instrumentos A2:** instrumentos financieros de captación y deuda con clasificación de riesgo a lo menos A (Administradora de Fondos de Pensiones o AFP).
- **Instrumentos A3:** cesión de contrato de venta celebrado con la Empresa Nacional de Minería (ENAMI)^a u otro poder comprador; prenda sobre el retorno de exportación; fianza solidaria de un socio controlador con clasificación de riesgo al menos A nacional o equivalente internacional, anualmente certificada.

Tanto Albemarle como SQM, constituyen sus garantías en instrumentos de tipo A1. En el caso de SQM, la empresa dispone sus garantías en póliza de garantías.

De acuerdo con la Ley N° 20.551 el cierre se realiza para la totalidad de las instalaciones de una mina. Sin embargo, los esfuerzos de evaluación de riesgos se realizan para las instalaciones remanentes (rajo, mina subterránea, botadero de estéril, pilas de rípios, depósitos de relaves, entre otros). Ello se debe a que, por lo general, debido a sus dimensiones, no es posible remover este tipo de instalaciones. Se trata, por lo tanto, de instalaciones que quedan en el lugar y que no desaparecen posterior a la operación minera. Para el caso específico de una faena de litio en una salar, con método de extracción tradicional, las instalaciones remanentes corresponden a pozas de evaporación y depósitos de sales.

Es importante aclarar que el material que se dispone de una faena de litio corresponde a minerales inertes. Se trata, principalmente, de sales que provienen de la etapa de purificación y son dispuestos en zonas impermeabilizadas (que cuentan con una base de revestimiento) y sistemas de captación de efluentes drenados. En consecuencia, se puede indicar que éstas no generarán infiltraciones al terreno. Los costos de cierre asociados a la faena de SQM alcanzan los 485.807 Unidades de Fomento (UF)¹, de acuerdo con el detalle que se incluye a continuación.

Cuadro 2
Costo de cierre de mina de SQM

Costos de cierre		Costo de postcierre	
Costo	Monto (En UF)	Costo	Monto (En UF)
Costos directos	153 941	Costos directos	101 268
Costos indirectos	69 801	Costos indirectos	15 190
Contingencias	44 749	Contingencias	23 292
IVA (19%)	51 013	IVA (19%)	26 553
Total	319 504	Total	166 303

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

SQM considera distintas actividades de cierre que se detallan a continuación:

- Retiro de estructuras metálicas, paneles, sistemas y equipos eléctricos;
- Retiro de cañerías y bombas;
- Retiro redes de gas;
- Desenergización de instalaciones;
- Retiro de insumos de estanques y bodegas;
- Retiro de residuos sólidos;
- Nivelación terreno circundante;
- Retiro de estructuras de hormigón;
- Señalética;
- Cierre de caminos;
- Secado de pozas de residuos industriales líquidos (RILES).

La implementación de la mayoría de las actividades considera un plazo de 1 año de implementación, exceptuando el secado de la poza de RILES, que considera un plazo de 3 años. Dado que las actividades e instalaciones de una faena de litio son bastantes inocuas y no tienen efectos de generación de drenaje ácido, las actividades de mantención de postcierre consideran: mantención del 5% del cierre perimetral global cada 1 año; y reposición del 5% de los letreros cada 1 año.

El proceso de extracción de litio por el método tradicional consiste en extraer la salmuera mediante el bombeo y, posteriormente, someterla a un proceso de evaporación en piscinas impermeabilizadas. De esta forma, se recuperan las sales contenidas en la solución. En este proceso, el principal daño ambiental corresponde a la pérdida de agua (contenida en la salmuera).

De acuerdo con lo expuesto precedentemente, se puede concluir que el cierre de una faena de litio conlleva menores costos que una de oro o cobre. Ello se debe, principalmente al hecho de que se trata de un mineral no metálico, cuyo principal proceso de extracción se realiza mediante la evaporación natural (evaporación). Además, cuenta con períodos de cierre y postcierre menores a los considerados en una faena de extracción de oro o cobre.

La ley chilena exige auditorías periódicas cada 5 años. Un tercer experto debe certificar que el cierre se está ejecutando de acuerdo con lo planificado y que no existan desviaciones con respecto al plan aprobado. De verificarse alguna irregularidad, la faena minera deberá actualizar el plan de cierre e incorporar y subsanar las observaciones realizadas por el auditor.

Los casos de Bolivia y la Argentina

A continuación, se realizan algunas observaciones con relación al cierre de minas en los casos del Estado Plurinacional de Bolivia (Bolivia) y Argentina. En Bolivia, el plan de cierre forma parte del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA). Esto, sin duda, afecta la finalidad del plan de cierre, cuyo objetivo debe ser evaluar las instalaciones remanentes en condición de cierre. La evaluación de planes de cierre y EEIA de manera conjunta tiene consecuencias para el Estado. Por ejemplo, no es posible considerar costos de cierre adecuados para las faenas de litio. Asimismo, dado que Bolivia no exige garantías financieras, existen riesgos ante un eventual abandono. En ese caso, el Estado deberá hacerse cargo de los costos de cierre. En conclusión, sería recomendable que Bolivia avance en una legislación sobre el cierre de minas, con el objeto de manejar de forma separada los EEIA y los planes de cierre.

En el caso de la Argentina, durante los últimos años se han desarrollado y publicado guías relacionadas al cierre de minas, como la "Guía de recursos de buenas prácticas para el cierre de minas" de la Secretaría de política Minera, Ministerio de Producción y Trabajo, Presidencia de la Nación (de agosto de 2019), o la "Guía nacional para el cierre de minas con garantías financieras en la República Argentina: Hacia un cierre de minas responsable" del *International Institute for Sustainable Development* (IISD) (de agosto de 2021). A su vez, la Secretaría de Minería, Ministerio de Desarrollo Productivo, por resolución 161/2021, aprobó los "Lineamientos Generales para el Cierre de Minas con Garantías Financieras en la República Argentina". Sin embargo, estos documentos no tienen el carácter de ley. Por lo tanto, son de aplicación opcional por los distintos titulares mineros.

Cuadro 3
Comparación normativa en cierre de minas en países del triángulo del litio

Normativa	Argentina	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Chile
¿Existe ley de cierre de minas?	No, solo una guía de buenas prácticas	No	Sí
Existen normas sectoriales sobre estabilización física y química que regule el cierre de una mina	No	No	Sí
Los titulares del proyecto minero deben garantizar las labores de cierre y post cierre	No	No	Sí
Tipo de instrumentos de garantía de labores de cierre y de post cierre	No, solo una guía de buenas prácticas	No aplica	Múltiples instrumentos financieros

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaborado por Ana Luisa Morales, Consultora de la CEPAL.

^a La Unidad de Fomento (UF) es un índice de reajustabilidad, calculado y autorizado por el Banco Central de Chile (Banco), para las operaciones de crédito de dinero en moneda nacional que efectúen las empresas bancarias y las cooperativas de ahorro y crédito. Para fines del cálculo de este índice, el valor de la UF se reajusta a partir del día diez de cada mes y hasta el día nueve del mes siguiente, en forma diaria, de acuerdo con la variación experimentada por el Índice de Precios al Consumidor (IPC) que determina el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) o el organismo que lo reemplace en el mes calendario inmediatamente anterior al período para el cual la UF se calcula y publica.

Bibliografía

- Aedo Ruedo, N. y Bustamante de Almenara, M. (2017), "Estándares regionales comunes de actuación defensorial para la supervisión de los procesos de consulta previa en las oficinas defensoriales de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú", Lima, Defensoría del Pueblo de Perú, <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/Estandares-regionales-en-Consulta-Previa-2017.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- AJAM (2023) [en línea] <https://www.autoridadminera.gob.bo/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Argento, M. (2018), "Espejo de sal: estructuras de la acción colectiva e integración territorial del proyecto de extracción e industrialización del litio en Bolivia", *Estado & Comunes*, 2(7), https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v2.n7.2018.89 [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Asamblea general de todas las comunidades de la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc (2015), "Kachi Yupi - Huellas de la Sal. Procedimiento de consulta y consentimiento previo, libre e informado para las comunidades indígenas de la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc", <https://naturaljustice.org/wp-content/uploads/2015/12/Kachi-Yupi-Huellas.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Boutilier, R. G. y Thomson, I. (2011), "Modelling and measuring the SLO", documento presentado en la conferencia "The Social Licence to Operate" en el *Centre for Social Responsibility in Mining, University of Queensland*, Brisbane, 15 de julio.
- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (2011) [en línea] https://sitioanterior.indec.gob.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=21&id_tema_3=99 [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Consejo Federal de Minería (COMEFIN) (2022), "Acuerdo Federal para la inclusión en las estadísticas de la terminología del grado de avance de un proyecto minero", Ministerio de Economía de la República Argentina, Consejo Federal de Minería https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/20220818_acuerdo_para_homologar_criterios_de_avance_de_proyectos_smn-cofemin.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Clavijo, A., Díaz Paz, W., Lorca, M., Olivera Andrade, M., Iribarnegaray, M., Garcés, I. (2022), "Environmental information access and management in the Lithium Triangle: is it transparent information?", *Journal of Energy & Natural Resources Law*, Vol. 40, N° 3, pp. 293-314.
- Contraloría General del Estado Plurinacional de Bolivia (2014), "Normas de Auditoría Gubernamental de Estados Financieros y Planes de Empresas Públicas", Resolución: N° CGE/083/2014.
- De Francesco, V. (2018), "La imperiosa necesidad de contar con información confiable", *Pulso Ambiental*, N° 10, pp. 14-16.
- Dente, M. y Martínez, S. (2018), "Cuencas varias de la Puna", *Cuenca*, N° 83.

- Economía Sustentable (2022), "Comunidades de Salinas Grandes y Guayatayoc insisten contra proyecto de litio en su territorio", *Economía Sustentable*, 2 de diciembre, <https://economiasustentable.com/noticias/comunidades-de-salinas-grandes-y-guatayayoc-insisten-contr-proyecto-de-litio-en-su-territorio> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- FARN (2019), "Piden a la corte suprema que se respete el derecho a un ambiente sano", 18 de diciembre, <https://farn.org.ar/piden-a-la-corte-suprema-que-se-respete-el-derecho-a-un-ambiente-sano/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- FARN (2023), "Un fallo de la Corte Suprema de Justicia de la Nación busca iluminar la oscuridad de las concesiones de litio en Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc", 29 de marzo, <https://farn.org.ar/un-fallo-de-la-corte-suprema-de-justicia-de-la-nacion-busca-iluminar-la-oscuridad-de-las-concesiones-de-litio-en-salinas-grandes-y-laguna-de-guatayayoc/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Flexer, V., Baspineiro C. y Galli C. (2018), "Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing", *Science of The Total Environment*, Vol. 639, pp. 1188-1204.
- Freytes, C., Obaya, M. y Delbuono, V. (2022), "Federalismo y desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en torno al litio", Buenos Aires, Fundar, https://fund.ar/wp-content/uploads/2022/10/Fundar_Litio-y-Federalismo.pdf [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) (2013), "Memoria 2012", La Paz, COMIBOL, <https://www.ylb.gob.bo/memorias?page=9> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) (2014), "Memoria 2013", La Paz, COMIBOL, <https://www.ylb.gob.bo/memorias?page=8> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) (2015), "Memoria 2014", La Paz, COMIBOL, <https://www.ylb.gob.bo/memorias?page=7> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) (2016), "Memoria 2015", La Paz, COMIBOL, <https://www.ylb.gob.bo/memorias?page=6> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) (2017), "Memoria 2016", La Paz, COMIBOL, <https://www.ylb.gob.bo/memorias?page=5> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Grupo de Trabajo "Acceso a la información de certificaciones mineras" (2022), "Recomendaciones para mejorar la gobernanza local por medio de las certificaciones mineras", <https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2022/09/recomendaciones-para-mejorar-la-gobernanza-local-por-medio-de-las-certificaciones-mineras-9-22.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Guzmán Salinas, J. C. (Coord.) (2014), *Un Presente sin Futuro: El proyecto de industrialización del litio en Bolivia*, Autores: Montenegro Bravo, J. C., Poveda Ávila, P., Calla Ortega, R. y Montenegro Pinto, Y., Serie: Investigaciones de la Plataforma Energética, Centre for Latin American Research and Documentation (CEDLA), La Paz, <https://plataformaenergetica.org/publicaciones/mineria/un-presente-sin-futuro-el-proyecto-de-industrializacion-del-litio-en-bolivia/#> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Heller, P., Elkind E. y Lamm T. (2020), "Sustainable Drive, Sustainable Supply: Priorities to Improve the Electrical Vehicle Battery Supply Chain:", Natural Resource Governance Institute, <https://resourcegovernance.org/sites/default/files/documents/sustainable-drive-sustainable-supply-priorities-to-improve-the-electric-vehicle-battery-supply-chain.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Hollender, R. y Schultz, J. (2010), "Bolivia and its Lithium: Can the "Gold of the 21st Century" Help Lift a Nation Out of Poverty?", Democracy Center, Special Report, [en línea] https://www.academia.edu/8217089/Bolivia_and_its_Lithium_Can_the_Gold_of_the_21st_Century_Help_Lift_a_Nation_out_of_Poverty [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Instituto Nacional de Asuntos Indígenas (INAI) (2023), [en línea] <http://datos.jus.gob.ar/dataset/listado-de-comunidades-indigenas> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- IRMA (2018), "Estándar para la minería responsable de IRMA", <https://www.responsiblemining.net/wp-content/uploads/2021/08/IRMA-STANDARD-v.1.0-Final-ES.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- JEMSE (2022), "JEMSE lanza licitación para exploración de litio en la provincia", Jujuy Energía y Minería S.E. <https://jemse.gob.ar/2022/11/09/jemse-lanza-licitacion-para-exploracion-de-litio-en-la-provincia/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Livent (2022), "Crecer Responsable: reporte de sustentabilidad 2021", https://livent.com/wp-content/uploads/2022/10/Livent_2021SustainabilityReport-Spanish.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].

- Marchegiani, P., Höglund Hellgren y Gómez L. (2017), "Extracción de litio en Argentina: un estudio de caso sobre los impactos sociales y ambientales", Buenos Aires, FARN, https://www.farn.org.ar/wp-content/uploads/2019/05/DOC_LITIO_ESPA%C3%91OL-1.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Marchegiani, P., Morgera, E. y Parks, L. (2019), "Indigenous peoples' rights to natural resources in Argentina: the challenges of impact assessment, consent and fair and equitable benefit-sharing in cases of lithium mining", *The International Journal of Human Rights*, Vol. 24, N° 2-3, pp. 224-240.
- Marchegiani, P. (2018), "La imprescindible mirada ambiental en la toma de decisiones sobre el litio", Informe Ambiental Anual 2018, Buenos Aires, FARN, <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/06/IAF-2018-3.3.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mercado Ponce, J. M. (2021), "La consulta previa en Bolivia. Implementación y aplicación en materia minera", *Entre el desarrollo y los extractivismos. El dilema de la producción en Bolivia*, Rivero Lobo, B., Quezada Lambertin, C., Mercado Ponce, J., Romay, D. (eds.), La Paz, Foro Andino Amazónico de Desarrollo Rural, pp. 149-215.
- Merlinsky, G. (comp.) (2020), "Cartografías del conflicto ambiental en Argentina 3", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Fundación CICCUS.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020), "Diagnóstico del estado de situación de la evaluación ambiental", <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/development-sustainable/evaluation-environmental/guides-of-environmental-evaluation/diagnostic> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2022), "Resumen. Diagnóstico sobre el estado de cumplimiento nacional de las disposiciones del Acuerdo de Escazú", https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2022.11_resumen_diagnostico_para_consulta.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ministerio de Economía y Fundar (2023), "Misión 8. Desarrollar el potencial minero argentino con un estricto cuidado del ambiente", Plan para el Desarrollo Productivo, Industrial y Tecnológico, Argentina Productiva 2030, Buenos Aires, Ministerio de Economía y Fundar, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mision_8.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Ministerio de Transparencia Institucional y Lucha Contra la Corrupción (sin fecha), "Guía Metodológica para Rendición Pública de Cuentas. Guías, pautas, recomendaciones y metodología para la realización exitosa de los 3 momentos clave del proceso de Rendición Pública de Cuentas: Audiencia Pública Inicial, Audiencia Pública Parcial y Audiencia Pública Final.", http://www.transparencia.gob.bo/data/guia_rendicion_cuentas_ejecutivo_y_ent/guia_rendicion_cuentas_ejecutivo_y_ent.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- MinSus, IRMA, CooperAcción (2022), "Minería en la Región Andina: Mejorar el acceso a la información, la participación de la comunidad y el desempeño ambiental y social a través de IRMA", Cooperación Regional para el Manejo Sostenible de los Recursos Minerales en la Región Andina (MinSus), Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable (IRMA), CooperAcción, <https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2022/04/MinSus-IRMA-Summary-2022-Spanish-final.pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Mirosevic Verdugo, C. (2011), "La participación ciudadana en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental y las reformas introducidas por la Ley N° 20.417", *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso XXXVI*, 1er semestre 2011, pp. 281-323.
- Morales Belcánzar, R. (coord.) (2021), "Salares Andinos. Ecología de Saberes para la Protección de Nuestros Salares y Humedales", Observatorio Plurinacional de Salares Andinos, San Pedro de Atacama, Fundación Tantí, https://cl.boell.org/sites/default/files/2021-03/Libro_Salares%20Andinos_version_definitiva_castellano.pdf [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Moreno Santander, C. (2004), *Participación ciudadana en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente*, Santiago, LexisNexis.
- Obaya, M. y Céspedes, M. (2021), "Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio: implicaciones para los países del triángulo del litio", Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/58), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), p. 135.
- OECD (2017), "OECD Due Diligence Guidance for Meaningful Stakeholder Engagement in the Extractive Sector", Paris, OECD Publishing, <https://www.oecd-ilibrary.org/deliver/9789264252462-en.pdf?itemId=/content/publication/9789264252462-en&mimeType=pdf> [fecha de consulta: diciembre de 2023].
- Olivera, M. (2017), *La industrialización del litio en Bolivia. Un proyecto estatal y los retos de la gobernanza, el extractivismo histórico y el capital internacional*, La Paz, CIDES-UMSA.

- Organización Internacional del Trabajo (2014), *Convenio Núm. 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas*, Lima: OIT/Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2014. 130 p., <https://www.ilo.org/es/media/443541/download> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Órgano Electoral Plurinacional (2023) [en línea] <https://www.oep.org.bo/consulta-previa/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Originarios.ar (2023) [en línea] <https://originarios.ar/nacionales/la-corte-interamericana-de-derechos-humanos-tratara-el-incumplimiento-del-convenio-169-de-la-oit/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Pareja, C., Xavier, A. y Daitch, S. (2019), "Comités de Monitoreo Ambiental Participativo en Contextos Mineros: Lecciones a Partir de Nuevos Estudios de Casos en Cuatro Países de Latinoamérica", Nueva York, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- Paye, L., Arteaga, W. y Ormachea, E. (2013), "Compendio de espaciomaps de TCO y TIOC en tierras altas. Tenencia de la tierra y recursos naturales en territorios originarios", La Paz, Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, <http://cedla.org/publicaciones/cedla/compendio-de-espaciomaps-de-tco-y-tioc-en-tierras-altas-tenencia-de-la-tierra-y-recursos-naturales-en-territorios-originarios-2013/#> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Peña, K. (2022), "Codelco iniciará mañana trabajos para exploración de litio en el Salar de Maricunga", *Diario Financiero*, 16 de febrero, <https://www.df.cl/noticias/empresas/mineria/codelco-iniciara-manana-trabajos-para-exploracion-de-litio-en-el-salar/2022-02-16/143957.html> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Pragier, D. (2019), "Comunidades indígenas frente a la explotación de litio en sus territorios: contextos similares, respuestas distintas", *Polis. Revista Latinoamericana*, Vol. 18, Nº 52.
- Ramsar (2023) [en línea] <https://www.ramsar.org/es> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Rodríguez López, F., Guzmán Prudencio, G., de Marchi Moyano, B. y Escalante Pacheco, D. (2020), "Efectos de la minería en el desarrollo económico, social y ambiental del Estado Plurinacional de Bolivia", Documentos de Proyectos, (LC/TS.2020/42), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Romero, A., Aylwin, J. y Didier, M. (2019), "Globalización de las empresas de energía renovable: extracción de litio y derechos de los pueblos indígenas en Argentina, Bolivia y Chile ("Triángulo del Litio"), Observatorio Ciudadano.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2019), "Guía para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental", Buenos Aires, https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2019/02/guia_elaboracion_eia-2.pdf [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Secretaría de Cultura de la Nación (2018) [en línea] https://www.cultura.gob.ar/aborigenes-indigenas-originarios-a-que-refiere-cada-termino_6293/ [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) (2021), "Guía para la descripción de proyectos de explotación de litio y otras sustancias minerales desde salares en el SEIA", Gobierno de Chile, https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2021/03/12/guia_litio_version_para_publicar_compressed.pdf [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) (2023) [en línea] <https://www.sea.gob.cl/evaluacion-de-impacto-ambiental/cual-es-el-proceso-de-evaluacion-de-impacto-ambiental> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Sistema de Información Abierta a la Comunidad sobre la Actividad Minera en Argentina (SIACAM) (2023) [en línea] <https://www.argentina.gob.ar/economia/mineria/siacam> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Sistema Nacional de Información Ambiental del Estado Plurinacional del Bolivia [en línea] <http://snia.mmaya.gob.bo/web/> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Solá, R. (2016), "KachiYupi, un ejercicio de autodeterminación indígena en Salinas Grandes", Informe Ambiental Anual 2016, Buenos Aires, FARN <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2020/06/15Sola%CC%81.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].
- Vela-Almeida, D., León, M. y Lewinsohn, J. L. (2021), "Indicadores de sostenibilidad en la minería metálica", (Documentos de Proyectos LC/TS.2021/47), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Vela-Almeida, D., González, A., Gavilán, I., Fenner Sánchez, G., Torres, N., Ysunza, V. (2021), "The right to decide: A triad of participation in politicizing extractive governance in Latin America", *The Extractive Industries and Society*, Vol. 9.
- Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) (2020), "Rendición de cuentas públicas. Final 2019 e Inicial 2020", <https://www.evh.bo/images/evh/transparencia/RendicionCuentas/2-Final-2019-Inicial-2020/YLB.pdf> [fecha de consulta: diciembre 2023].



Serie

CEPAL

Recursos naturales y desarrollo

Números publicados

Un listado completo así como los archivos pdf están disponibles en
www.cepal.org/publicaciones

- 227. El litio, un recurso estratégico: gobernanza, redes globales de producción y sostenibilidad, 2023. Material de lectura del curso virtual, Pablo Chauvet, Mauricio León y Martín Obaya (LC/TS.2025/57), 2025.
- 226. Energy recovery from methane in wastewater treatment: case studies in El Salvador, Mexico and Panama, Silvia Saravia Matus, Diego Fernández, Pedro Chavarro, Alfredo Montañez and Natalia Sarmanto (LC/TS.2024/143), 2025.
- 225. Bioeconomía para la diversificación productiva y la agregación de valor: biorrefinerías de residuos en cadenas agroindustriales en el Ecuador, Lourdes M. Orejuela-Escobar y Adrián G. Rodríguez (LC/TS.2024/130), 2024.
- 224. Incentivos y oportunidades en el marco regulatorio para el aprovechamiento energético del biogás producido en plantas de tratamiento de aguas residuales en países seleccionados de América Latina y el Caribe, Silvia Saravia Matus, Jordi de la Hoz, Diego Fernández, Alba Llavona, Helena Martín, Alfredo Montañez, Lisbeth Naranjo y Natalia Sarmanto (LC/TS.2024/39), 2024.
- 223. Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur, Mario Castillo, Ingrid Garcés y Rodrigo Furtado Messias (LC/TS.2024/38), 2024.
- 222. Hoja de ruta técnica y financiera para la recuperación de metano y nutrientes de aguas residuales en América Latina y el Caribe, Silvia Saravia Matus, Diego Fernández, Antonio Santos, Pedro Chavarro, Alfredo Montañez y Natalia Sarmanto (LC/TS.2024/36), 2024.
- 221. Oportunidades para la adopción del enfoque de cadenas de valor en el ámbito de los recursos hídricos, Elisa Blanco (LC/TS.2023/201), 2024.
- 220. Recursos naturales y desarrollo sostenible. Propuestas teóricas en el contexto de América Latina y el Caribe, Jeannette Sánchez y Mauricio León (LC/TS.2023/198), 2023.
- 219. Cuentas satélite de bioeconomía para 13 países de América Latina y el Caribe: metodología y resultados, Renato Vargas, Andrés Mondaini y Adrián G. Rodríguez (LC/TS.2023/138), 2023.
- 218. Necesidades de inversión en agua potable y saneamiento en América Latina y el Caribe: efectos en el empleo verde y el valor agregado bruto, Silvia Saravia Matus, Diego Fernández, Alfredo Montañez, Santiago López, Lisbeth Naranjo y Alba Llavona (LC/TS.2023/101), 2023.

RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO

Números publicados:

- 227 El litio, un recurso estratégico
Gobernanza, redes globales
de producción y sostenibilidad, 2023.
Material de lectura del curso virtual
Pablo Chauvet, Mauricio León y Martín Obaya,
Coordinadores
- 226 Energy recovery from methane
in wastewater treatment
Case studies in El Salvador, Mexico
and Panama
Silvia Saravia Matus, Diego Fernández,
Pedro Chavarro, Alfredo Montañez
and Natalia Sarmanto
- 225 Bioeconomía para la diversificación
productiva y la agregación de valor
Biorrefinerías de residuos en cadenas
agroindustriales en el Ecuador
Lourdes M. Orejuela-Escobar
y Adrián G. Rodríguez



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org



<https://bit.ly/CEPAL2025-57S>