

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

**Escenarios futuros de la industria del litio hasta el
2035: Navegando la Incertidumbre en el horizonte
nacional.**

FELIPE ANDRÉS OLIVE VARGAS

INGENIERIA COMERCIAL

Agosto 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

**Escenarios futuros de la industria del litio hasta el
2035: Navegando la Incertidumbre en el horizonte
nacional.**

Tesis presentada por

FELIPE ANDRÉS OLIVE VARGAS

Como requisito para optar al Título de

INGENIERO COMERCIAL

Director de Tesis: **Dr. Patricio Rubio Romero**

Agosto 2024

TITULO DE TESIS:

Escenarios futuros de la industria del litio hasta el 2035: Navegando la Incertidumbre en el horizonte nacional.

AUTOR:

FELIPE ANDRÉS OLIVE VARGAS

TRABAJO DE TESIS, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Título de Ingeniero Comercial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones:

Dr. Patricio Rubio Romero.

Profesor Guía



Dra. Teresita Arenas Yáñez.

Profesora Correferente



Valparaíso, enero 2024

Todo el contenido, análisis, conclusiones
y opiniones vertidas en este estudio son
de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: FELIPE ANDRÉS OLIVE VARGAS

Firma: 

Fecha: 16 enero de 2024

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar, a mi familia y a mi polola que han sido los pilares que me han mantenido en pie durante todo este tiempo e incentivado para poder terminar la carrera.

A la universidad por enseñarme a nunca darme por vencido por más que se vea difícil la situación. Por brindarme conocimientos y sabiduría que me han ayudado a crecer como persona.

A los profesores por siempre cada uno intentar dar algo más que los conocimientos técnicos respecto a la materia, sino de vida y los cambios que esta puede tener.

Por último, también quiero dar gracias a mis compañeros de trabajo, los cuales entre nosotros siempre apoyamos y salimos adelante en todo.

RESUMEN EJECUTIVO

Durante muchos años, Chile se destacó como líder mundial en la producción de litio, beneficiándose de las extensas reservas del país, la facilidad de extracción y la viabilidad económica de sus yacimientos. No obstante, a medida que la demanda global se disparó con el auge de la electromovilidad, impulsada por el uso de derivados de litio en baterías para vehículos eléctricos y la creciente prevalencia del litio en dispositivos electrónicos, Chile, en lugar de capitalizar este incremento, ha experimentado una pérdida gradual de su posición dominante en el mercado.

Este declive se atribuye en gran medida al hecho de que solo dos empresas operan en la producción de litio en el país, mientras que otras naciones, como Australia, ahora líder en la producción, han mantenido un impulso constante en la creación de nuevos proyectos de gran envergadura. La falta de gobernabilidad y expansión en la industria del litio chilena ha contribuido significativamente a la pérdida de competitividad frente a los competidores globales.

La tesis propone llevar a cabo un análisis exhaustivo de la industria del litio, con un enfoque específico en la situación de Chile. El objetivo de este estudio es identificar de manera detallada las ventajas y desventajas que presenta la industria del litio en comparación con sus competidores. Para lograr una comprensión más profunda del sector, se llevarán a cabo estudios específicos sobre la oferta y la demanda a nivel mundial, incluyendo proyecciones que permitan formular hipótesis sobre el futuro cercano de la industria del litio y su impacto en Chile.

La investigación también explorará oportunidades potenciales que puedan surgir para el país en función de las proyecciones y tendencias identificadas en la industria. Para completar de manera integral este estudio, se realizarán pronósticos adicionales que contribuirán a una comprensión más completa y precisa de la dinámica y las perspectivas de la industria del litio. Estos elementos servirán como base sólida para la formulación de conclusiones fundamentadas y la generación de recomendaciones estratégicas.

ABSTRACT

For many years, Chile stood out as a global leader in lithium production, benefiting from the country's extensive reserves, ease of extraction, and economic viability of its deposits. However, as global demand surged with the rise of electromobility driven using lithium derivatives in electric vehicle batteries and the increasing prevalence of lithium in electronic devices, Chile, instead of capitalizing on this growth, has experienced a gradual loss of its dominant position in the market.

This decline is largely attributed to the fact that only two companies operate in lithium production in the country, while other nations, such as Australia, now the leader in production, have maintained a constant momentum in creating new large-scale projects. The lack of governance and expansion in the Chilean lithium industry has significantly contributed to the loss of competitiveness against global competitors.

The thesis proposes to conduct a comprehensive analysis of the lithium industry, with a specific focus on the situation in Chile. The objective of this study is to identify in detail the advantages and disadvantages of the lithium industry compared to its competitors. To achieve a deeper understanding of the sector, specific studies will be carried out on global supply and demand, including projections that allow for hypotheses about the near future of the lithium industry and its impact on Chile.

The research will also explore potential opportunities that may arise for the country based on the identified industry projections and trends. To comprehensively complete this study, additional forecasts will be made that contribute to a more thorough and accurate understanding of the dynamics and prospects of the lithium industry. These elements will serve as a solid foundation for drawing well-founded conclusions and generating strategic recommendations.

INDICE

Páginas

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. ORIGEN Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO.....	16
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. ALCANCES DEL ESTUDIO.....	21
4.1. Límite del estudio entre los cuales efectuara la investigación.....	21
4.1.1. Alcance geográfico territorial.....	21
4.1.2. Alcance temporal “periodo – fechas”.....	21
4.1.3. Alcance productivo “propuesta de valor”.....	21
4.1.4. Alcance temático “datos propios de la encuesta”.....	22
4.1.5. Alcance científico “exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo o causal” ²²	
5. ANTECEDENTES DEL ESTADO DEL ARTE.....	23
5.1. Revisión bibliográfica.....	23
5.2. La industria del litio en Chile.....	28
5.3. Investigaciones del mercado del litio en Chile.....	29
5.4. ¿Cuáles son las tendencias de mi tema de investigación?.....	30
5.4.1. La electromovilidad y el auge global del litio.....	30
5.4.2. Baterías de ion-litio.....	30
5.5. El litio y su industria en Chile en la actualidad.....	31
5.6. Revisión bibliográfica y términos clave.....	31
5.6.1. Preguntas claves de la revisión bibliográfica.....	31
5.6.2. Términos clave que se deben conocer.....	32
5.7. Literatura sobre la industria del litio en Chile.....	33
5.8. Sujeto de estudio.....	34
5.8.1. Origen del litio.....	34
5.8.2. Propiedades y características del litio.....	34
5.8.3. Descubrimiento del litio en Chile.....	35
5.8.4. Desarrollo Histórico y Marco Normativo de la Explotación del Litio en el Salar de Atacama, Chile (1969-1995).....	35

5.8.5.	Análisis de la oferta del litio	38
A.	Fuentes de litio	38
B.	Recursos y reservas del litio.	43
C.	Compuestos de litio	44
D.	Producción Mina	46
E.	Producción minera de litio por país	47
F.	Participación de mercado por empresa	48
5.8.6.	Análisis de la demanda	49
A.	Demanda de litio por compuesto	49
B.	Demanda por uso final del litio según su industria	50
C.	Demanda de litio por país	51
D.	Baterías de ion-litio	52
5.8.7.	Análisis del mercado del litio en Chile	55
A.	Descripción de los derivados de litio exportados en Chile	55
B.	Valor total exportado por código arancelario	56
C.	Evolución del precio del litio por código arancelario	59
5.8.8.	Análisis de precios mundiales del carbonato de litio	59
A.	Precios del carbonato de litio desde 2010 a 2022 en US\$	60
6.	MARCO TEÓRICO DEL ESTADO DEL ARTE	61
6.1.	¿Cómo se han planteado métodos y técnicas para solucionar mi problema de investigación?	62
6.2.	¿Cómo teóricamente solucionare mi problema de investigación?	62
6.2.1.	Análisis PESTEL	62
6.2.2.	Análisis FODA	63
6.2.3.	Construcción de base de datos	64
6.2.4.	Desarrollar proyecciones de la oferta y demanda mundial	65
6.2.5.	Crear escenarios futuros en base a análisis PESTEL, análisis FODA y como complemento proyecciones de oferta y demanda mundiales	65
6.3.	¿Cuál puede ser mi aporte al estado del arte?	66
7.	PROPUESTA METODOLÓGICA	67
7.1.	Carta Gantt	70
8.	APLICACIÓN DE METODOLÓGICA ESPECÍFICA	71
8.1.	Análisis PESTEL de la industria del litio en Chile.	71
8.1.1.	Factores políticos	71

8.1.2.	Factores económicos.....	73
8.1.3.	Factores sociales	76
8.1.4.	Factores tecnológicos	79
8.1.5.	Factores ambientales.....	81
8.1.6.	Factores legales	82
8.2.	Análisis FODA de la industria del litio en Chile.....	88
8.2.1.	Fortalezas.....	88
8.2.2.	Oportunidades	89
8.2.3.	Debilidades	90
8.2.4.	Amenazas	91
8.2.5.	Resumen FODA	92
8.2.6.	Estrategias FODA.....	93
8.3.	Proyecciones de oferta y demanda de la industria del litio	93
8.3.1.	Proyecciones de demanda del carbonato e hidróxido de litio hasta el 2035	94
8.3.2.	Proyecciones de oferta del carbonato e hidróxido de litio hasta el 2035	95
8.3.3.	Proyecciones de oferta y demanda conjunta del carbonato e hidróxido de litio hasta el 2035.....	97
8.4.	Escenarios futuros de la industria del litio en Chile hasta el año 2035.	98
8.4.1.	Escenario pesimista.....	99
8.4.2.	Escenario Moderado	101
8.4.3.	Escenario Optimista	103
9.	RESULTADO FINAL	107
10.	CONCLUSIÓN.....	109
11.	RECOMENDACIONES	110
12.	Bibliografía.....	113
13.	WEBGRAFÍA	115
14.	ANEXOS.....	116
14.1.	Fichas Bibliométricas	116
14.2.	Cuadro lecturas fundamentales del estudio.....	155
15.	ACRONIMOS.....	165

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Revisión bibliográfica.....	23
Tabla 2: Preguntas revisión bibliográfica	31
Tabla 3: Porcentaje de depósitos mundiales	39
Tabla 4: Códigos arancelarios de los derivados del litio, nombre, valor total exportado y participación.	55
Tabla 5: Códigos arancelarios de los derivados del litio, nombre, valor total exportado y participación.	56
Tabla 6: PIB	75
Tabla 7: Producto interno bruto (PIB) Minero-resto	76
Tabla 8: Comparación de las condiciones de los contratos de Albemarle y SQM.....	80
Tabla 9: Aspectos legales del litio en Chile.	82
Tabla 10: Concesión, impuesto a la renta y Royalty en otros países	83
Tabla 11: Evaluación Final, resumen análisis PESTEL.	84
Tabla 12: Resumen análisis FODA.....	92
Tabla 13: Estrategias Análisis FODA	93
Tabla 14: Escenario pesimista.....	99
Tabla 15: Escenario moderado.....	102
Tabla 16: Escenario optimista.....	104

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Reservas mundiales de litio años 2019 y 2023.	44
Gráfico 2: Producción mina por compuesto químico.....	47
Gráfico 3: Producción mundial por país años 2021 y 2022.....	48
Gráfico 4: Producción mundial por país	49
Gráfico 5: Demanda de litio por compuesto.....	50
Gráfico 6: Demanda de litio por consumo final.....	51
Gráfico 7: Consumo de litio por país.....	52
Gráfico 8: Uso estimado de tecnologías de cátodo de tipo comercial y proyección hasta el año 2035.....	55
Gráfico 9: Valor total exportado 2020-23	57
Gráfico 10: Valor total exportado por código arancelario 2020-23.....	58
Gráfico 11: Valor total exportado por país de destino	58
Gráfico 12: evolución del precio del litio por código arancelario	59
Gráfico 13: Precios del carbonato de litio desde 2010 a 2022 en US\$.....	60
Gráfico 14: IPC interanual Chile.	74
Gráfico 15: Tasa de desempleo en trimestres móviles (en %)	75
Gráfico 16: Minería del Cobre y otras actividades mineras.....	76
Gráfico 17: Victimización en hogares.	77

Gráfico 18: Proporción de personas con temor a la delincuencia.....	78
Gráfico 19: Aportes de las empresas Albemarle y SQM por cláusulas de contrato.....	80
Gráfico 20: Proyección de demanda del Hidróxido de litio hasta el año 2035	94
Gráfico 21: Proyección de demanda del Carbonato de litio hasta el año 2035	95
Gráfico 22: Proyección de la oferta del Hidróxido de litio hasta el año 2035	96
Gráfico 23: Proyección de la oferta del Carbonato de litio hasta el año 2035	96
Gráfico 24: Oferta y demanda del Carbonato de litio hasta el año 2035	97
Gráfico 25: Oferta y demanda del Hidróxido de litio hasta el año 2035	98
Gráfico 26: Producción de litio en Chile hasta el año 2035 bajo escenario pesimista.....	101
Gráfico 27: Producción del litio en Chile hasta el año 2035 bajo escenario moderado...	103
Gráfico 28: Producción del litio en Chile hasta el año 2035 bajo escenario optimista.....	106

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES y FOTOGRAFIAS

Ilustración 1: Proceso productivo de SQM para extracción de litio.....	41
Ilustración 2: Cadena de valor de los minerales duros de litio.....	43
Ilustración 3: Como funcionan las baterías de litio.	52
Ilustración 4: Marco teórico del estado del arte.....	61
Ilustración 5: Carta Gantt	70

1. INTRODUCCIÓN

El motivo principal que impulsa la realización de este estudio se encuentra en las especulaciones acerca del futuro de la industria del litio en Chile. Este abarca desde las posibles nuevas tecnologías que podrían reemplazar al litio, como el sodio e hidrógeno, hasta el descubrimiento de nuevas reservas a nivel global, indicando un aumento constante que desmitifica la noción de que el litio es un mineral escaso en el planeta.

El enfoque principal de este estudio reside en comprender y anticipar los posibles escenarios que podrían perfilarse en la industria del litio en Chile. La incertidumbre en torno a la posible sustitución del litio y la creciente disponibilidad de nuevas reservas en diversas regiones del mundo plantean desafíos y oportunidades significativos para el país. Es en este contexto que el estudio está dirigido a un público diverso, abarcando desde aquellos interesados en el tema y que deseen profundizar en el conocimiento del metal, hasta empresas y organismos gubernamentales que buscan vislumbrar y prepararse para el futuro de la industria del litio.

Este análisis tiene como destinatarios no solo a personas interesadas en ampliar su comprensión sobre el litio, sino también a actores clave en el ámbito empresarial y gubernamental. Las empresas, al obtener una visión más clara de los posibles desarrollos en la industria, pueden adaptar estrategias para enfrentar cambios emergentes, mientras que los organismos gubernamentales pueden anticipar y formular políticas que fomenten el desarrollo sostenible de la industria del litio en el país.

El propósito central de esta investigación radica en elaborar tres escenarios futuros que proporcionen una visión detallada de la posible evolución de diversos aspectos de la industria del litio en Chile. Estos escenarios se clasificarán en un enfoque pesimista, donde se destacarán las debilidades y amenazas del país, un enfoque moderado, donde no se realizarán esfuerzos significativos para aprovechar las

ventajas comparativas de Chile frente a otros países, y un enfoque optimista, donde se aprovecharán las fortalezas y oportunidades en relación con este mineral.

La metodología adoptada para realizar la aplicación del estudio comprenderá un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) y PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ambiental y Legal) para evaluar tanto el mercado interno como externo de la industria del litio e identificar sus ventajas y desventajas. Además, se llevarán a cabo proyecciones de oferta y demanda a nivel mundial hasta el año 2035, para obtener una comprensión integral de los posibles escenarios futuros.

La investigación se desarrollará siguiendo una estructura organizada en distintos capítulos que brindarán una progresión coherente y lógica. En los primeros capítulos se definirán el origen y propósito del estudio, los objetivos generales y específicos, así como los alcances que marcarán los límites de la investigación. Seguidamente, la sección del estado del arte se dedicará a recopilar información esencial, desde informes hasta bases de datos, y posteriormente caracterizará el sujeto de estudio, definiendo conceptos cruciales. Este segmento constituirá la primera etapa de la tesis.

La investigación continuará con la elaboración del marco teórico, donde se definirán los pasos necesarios para resolver el problema de investigación y la definición de cada metodología que se utilizara. A continuación, se detallará la propuesta metodológica mediante una carta Gantt, proporcionando un cronograma detallado para guiar la ejecución del estudio. Luego, se procederá con la aplicación de los pasos definidos en el marco teórico, desarrollando las fases clave que conducirán a la resolución del problema. Finalmente, los últimos capítulos se dedicarán a la presentación de resultados, conclusiones y recomendaciones, ofreciendo una visión integral del estudio.

Chile, reconocido por su producción de cobre y litio, destaca especialmente en este último mineral, al poseer las mayores reservas en concentraciones de alta pureza en los salares del norte del país. El impulso reciente de la industria del litio se vincula estrechamente con la electromovilidad y la creciente demanda de baterías de ion-

litio en vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos, como celulares, computadores, cámaras de video y tabletas.

La relevancia de esta investigación se manifiesta en su contribución a la comprensión del destino que depara a la industria del litio en Chile y su probable impacto en el desarrollo económico del país. Alineado con las prioridades gubernamentales y las metas de crecimiento económico, el propósito principal de este análisis es proporcionar información crucial para respaldar la toma de decisiones estratégicas. Desde la perspectiva de la ingeniería comercial, esta investigación se fundamenta principalmente en la rama de la economía, cuya función primordial consiste en anticipar el futuro y brindar orientación efectiva. Además, se integra el marketing con el uso de análisis tanto internos como externos, ampliando así la visión estratégica y aportando perspectivas valiosas para el desarrollo de la industria del litio en el contexto económico actual.

Un aspecto destacado y crucial para resaltar la importancia del litio es su influencia significativa en la última década, impulsada por la revolución tecnológica y su impacto transformador en la sociedad contemporánea. Esta evolución ha generado claros beneficios, contribuyendo notablemente a la mejora de la calidad de vida. Un ejemplo ilustrativo se manifiesta al observar el ritmo de vida cotidiano: el tiempo que una persona dedica a revisar su dispositivo electrónico mientras camina por la calle o la frecuencia con la que las personas logran ver una película completa sin distraerse con sus dispositivos. Es fundamental señalar que, en cada uno de estos dispositivos, ya sean teléfonos, tabletas u otros aparatos, se encuentra integrada una batería de iones de litio, desempeñando el papel crucial de fuente principal de energía. Este fenómeno subraya la omnipresencia y esencialidad del litio en la vida moderna, consolidando su relevancia en el contexto actual.

2. ORIGEN Y PROPÓSITO DEL ESTUDIO

El litio está experimentando una creciente demanda a nivel mundial, impulsada por la transición hacia los vehículos eléctricos. Este metal desempeña un papel crucial en las baterías de estos vehículos debido a su ligereza, suavidad y alta conductividad. Hasta el momento, no se ha encontrado un sustituto o una tecnología directa que sea superior en términos de eficiencia, reservas y costos (D, 2023). Tanto naciones como grandes empresas de todo el mundo están mostrando un gran interés en invertir en el litio, y Chile se destaca como uno de los países más atractivos en este contexto. Chile posee en la actualidad entre el 36% y el 40% de las reservas mundiales de litio en salmueras de alta pureza, ubicadas en salares en la región de Antofagasta (GOB. DE CHILE, 2023). Es relevante destacar que, aunque Chile solía ser el mayor productor de litio en el mundo hasta el año 2012, fue superado por Australia debido a su gobernanza y liderazgo en la construcción de nuevos proyectos (REYES. L, 2023).

El Auge del Litio y sus Desafíos

La minería ha sido un pilar fundamental para la economía y el progreso de Chile, enriqueciéndose con minerales como el cobre y la plata a lo largo de la historia. En los últimos años, el litio y sus derivados se han unido a esta lista, generando grandes expectativas debido a su aumento exponencial en precios hasta el año 2019 y una demanda histórica en constante crecimiento, impulsada por la transición hacia un mundo más sostenible (COCHILCO, El mercado del litio, 2023). Sin embargo, en tiempos recientes, ha surgido una incertidumbre creciente en relación con el futuro de este metal, reflejándose en una significativa disminución de los precios del litio en comparación con el año 2019 y las nuevas tecnologías que prometen sustituir al litio (SAN MARTIN, 2023).

Los motivos personales de esta investigación son comprender cómo la incertidumbre impactará en la industria del litio en Chile. Esta incertidumbre se debe a factores como la posible aparición de nuevas tecnologías basadas en compuestos alternativos, como el sodio y el hidrógeno verde (D, 2023), así como al descubrimiento de nuevos yacimientos de litio, como el recientemente encontrado

en Oregón, Estados Unidos, que aseguran que es el yacimiento más grande de litio del mundo (Garreton, 2023). Esto plantea la pregunta fundamental: ¿cómo afectará esta incertidumbre a la demanda del litio en Chile hasta el año 2035 y a las ambiciones que se habían establecido para este metal?

Los Retos de la Industria del Litio en Chile

Dejando de lado la incertidumbre reciente, un factor relevante que ha afectado al crecimiento de la industria del litio en Chile y ha frenado la creación de nuevos proyectos de extracción de este metal es el marco normativo del país el cual tiene leyes muy estrictas respecto a la creación de nuevos proyectos de extracción de litio dejando a Chile en desventaja frente a otros países como Argentina y Australia (Bonilla, 2020).

Objetivo de la Tesis

El propósito de esta tesis es llevar a cabo un análisis exhaustivo de la industria del litio en Chile. Para lograrlo, se emplearán análisis detallados que exploren tanto los aspectos internos como externos de la industria. En segunda instancia, se realizarán proyecciones de la oferta y demanda mundial de la industria con el fin de obtener una visión clara de cómo estas variables podrían afectar a la industria nacional. En una tercera instancia, se llevará a cabo una proyección de la producción nacional de litio en Chile hasta el año 2035, acompañada de tres escenarios: uno moderado, otro pesimista y uno optimista. Esto se realizará con el fin de que cualquier interesado en la industria del litio pueda obtener información clara y detallada y que proyecciones tiene para el futuro.

Desafíos Actuales y Futuros.

Actualmente, en Chile, solo dos empresas, Albemarle S.A y la Sociedad Química y Minera de Chile S.A (SQM), tienen la concesión para explotar las salmueras de litio ubicadas en la región de Antofagasta (Toledo, 2023). Durante años, estas empresas contribuyeron a que Chile se convirtiera en el líder mundial en la producción de litio y sus derivados (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile: 1984-2017, 2018). Sin embargo, con la transición de vehículos motorizados de combustión a vehículos eléctricos, la demanda mundial de litio ha aumentado drásticamente, lo que ha

llevado a otras naciones y empresas a querer invertir y explotar este recurso en mayor cantidad (COCHILCO, El mercado del litio, 2023). Australia, por ejemplo, ha construido proyectos a un ritmo sin precedentes, con los cuales ha logrado superar a Chile y tomar el liderazgo mundial (REYES. L, 2023).

En respuesta, el gobierno de Chile ha creado un plan llamado “Estrategia nacional del litio” declarando al litio como un recurso estratégico, implementando un plan ambicioso que incluye entre otros la creación de la Empresa Nacional del Litio, con el propósito de dejar de depender únicamente de estas dos empresas para la explotación del material (GOB. DE CHILE, 2023). Considerando lo anterior, la creación de una proyección de la demanda con tres escenarios distintos hasta el año 2035 se vuelve esencial y relevante para empresas y entidades gubernamentales interesadas, siendo un tema de gran atractivo y relevancia para la Ingeniería Comercial debido a su estrecha relación con el asunto.

La incertidumbre que rodea al mercado del litio en Chile es un tema de gran relevancia que afecta al país en su conjunto (SAN MARTIN, 2023). Este trabajo pretende ofrecer pronósticos que ayuden a anticiparse al futuro y aportar posibles respuestas a los desafíos que presenta la industria del litio, un campo en constante evolución. La economía, como una de las áreas más importantes de la Ingeniería Comercial, desempeña un papel fundamental en la creación de pronósticos futuros de la demanda, contribuyendo a abordar las preocupaciones de la sociedad, empresas y el gobierno en un contexto de incertidumbre.

3. OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos del estudio, con el propósito de estructurar la investigación mediante objetivos específicos. Cada uno de estos objetivos contribuye a la consecución del objetivo general, facilitando de esta manera la obtención de los resultados del análisis.

3.1. Objetivo general

Realizar 3 escenarios futuros de la industria del litio para Chile hasta el año 2035. Se llevará a cabo mediante un análisis tanto externo como interno, proyecciones de oferta, demanda y producción y en base a estos la creación de 3 escenarios futuros. El propósito de este estudio es que los resultados sean de utilidad para la toma de decisiones tanto a nivel gubernamental como empresarial.

3.2. Objetivos específicos

- 1) Establecer una investigación exhaustiva de la industria del litio y recopilar antecedentes bibliográficos relevantes para la investigación en una tabla de Excel de 40 filas, la cual cada una tendrá su ficha bibliográfica que se adjuntará en los anexos.
- 2) Realizar un contexto completo de la industria del litio.
- 3) Desarrollar un análisis de la oferta y demanda del litio.
- 4) Formular el marco teórico de la investigación, en base a los antecedentes recopilados.
- 5) Construir un itinerario de los principales pasos metodológicos que se deben articular para desarrollar las metodologías de trabajo, estableciendo los tiempos de duración para cada una de las etapas.
- 6) Realizar un análisis PESTEL de la industria del litio en Chile
- 7) Realizar un análisis FODA de la industria del litio en Chile
- 8) Desarrollar proyecciones de oferta y demanda mundiales de la industria del litio con datos obtenidos de COCHILCO por ley de transparencia y el portal estadístico alemán Statista.
- 9) Desarrollar 3 escenarios futuros de la industria del litio en Chile hasta el año 2035.

- 10) En base a los resultados preliminares de la investigación establecer los resultados finales.
- 11) Redactar la conclusión de la tesis en base a todos los objetivos específicos del estudio.
- 12) Redactar las recomendaciones del estudio.

4. ALCANCES DEL ESTUDIO

4.1. Límite del estudio entre los cuales efectuara la investigación

4.1.1. Alcance geográfico territorial

Esta investigación se realizará en base la industria del litio en Chile, la cual, a la fecha, según los estudios, Chile alberga aproximadamente entre el 36% y el 40% de las mayores reservas de litio del mundo (GOB. DE CHILE, 2023), las cuales se concentran principalmente en la Región de Antofagasta y se distribuyen en el salar de Atacama, el salar de Pedernales y el salar de Maricunga. Estos yacimientos se presentan en forma de salmueras subterráneas que contienen litio de alta pureza (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012).

4.1.2. Alcance temporal “periodo – fechas”

La industria del litio ha experimentado un aumento exponencial en su demanda y precios, impulsado por la electromovilidad y su uso en dispositivos electrónicos. Este crecimiento, sin embargo, ha generado incertidumbre en torno a la posibilidad de que surja una nueva tecnología que reemplace este mineral fundamental o la entrada de nuevos países que desplacen a Chile. En respuesta a esta incertidumbre, se desarrollarán tres escenarios futuros para la industria del litio en Chile hasta el año 2035. Estos escenarios se basarán en análisis y proyecciones de la oferta, demanda y producción.

4.1.3. Alcance productivo “propuesta de valor”

Chile es reconocido a nivel mundial por su destacada actividad minera y su capacidad de producción a gran escala de minerales, entre los que destacan el cobre, la plata y, en tiempos recientes, el litio. Este último mineral ha cobrado una relevancia especial debido a la creciente demanda en la fabricación de baterías para vehículos eléctricos (COCHILCO, El mercado del litio, 2023).

No obstante, la industria del litio en Chile enfrenta incertidumbres en el mercado (SAN MARTIN, 2023). Esto se debe a las nuevas tecnologías que prometen sustituir al litio y el descubrimiento de un yacimiento en Estados Unidos, catalogado por

expertos como el más grande del mundo, lo que representa una amenaza para la industria chilena (Garreton, 2023).

Ante este panorama, el propósito de esta tesis es proporcionar información valiosa sobre el futuro de la industria del litio en Chile a todas las empresas y entidades gubernamentales interesadas en el tema. Esto se llevará a cabo mediante la presentación de proyecciones de la demanda de litio en Chile hasta el año 2035, contemplando tres escenarios futuros de pronóstico diferentes.

4.1.4. Alcance temático “datos propios de la encuesta”

La tesis se enfoca en realizar un análisis exhaustivo de la industria del litio en Chile, destacada por la incertidumbre sobre su futuro. Para llevar a cabo este estudio, se seguirán una serie de pasos metodológicos que estructurarán la investigación, proporcionando un orden y comprensión más efectivos. Estos pasos incluirán el estado del arte, que implica la búsqueda exhaustiva de información relevante; el sujeto de estudio, que abordará un contexto completo de la industria del litio; la aplicación metodológica, donde se llevarán a cabo análisis, proyecciones y la creación de escenarios futuros; y finalmente, la redacción de resultados, conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

4.1.5. Alcance científico “exploratorio, descriptivo, correlacional, explicativo o causal”

Primero, esta tesis se dirige hacia un análisis descriptivo. En este contexto, se llevará a cabo una investigación exhaustiva basada en informes e investigaciones provenientes de fuentes confiables, recopilando antecedentes esenciales para el desarrollo de la presente investigación.

En una segunda fase, la tesis adoptará un enfoque correlacional, ya que se investigará y analizará cómo la incertidumbre afectará a la industria chilena en los próximos años.

Finalmente, en una tercera y última etapa, la tesis se enfocará en un enfoque explicativo o causal. En esta fase, se interpretarán los resultados obtenidos de las proyecciones y se redactará la conclusión. Además, se presentarán las recomendaciones pertinentes derivadas del estudio.

5. ANTECEDENTES DEL ESTADO DEL ARTE

5.1. Revisión bibliográfica

En la tabla 1 se enumeran las cuarenta lecturas fundamentales para el estudio, organizadas de manera clasificada en las categorías de fundamental, específico y complementario. Estas fuentes bibliográficas han sido exhaustivamente analizadas y sintetizadas en cuarenta fichas bibliográficas, que a su vez constituyen la base integral del apartado de antecedentes en el estado del arte.

Este enfoque meticuloso ha permitido estructurar de manera coherente y detallada el contexto teórico que respalda la investigación. Cada ficha bibliográfica no solo destaca la relevancia de la lectura correspondiente, sino que también resalta su papel dentro de la taxonomía establecida, ya sea como fuente fundamental, específica o complementaria.

Tabla 1: Revisión bibliográfica

N°	Referencia Bibliográfica	Descriptor de la lectura	Clasificación
1	Poveda. R. (2020). Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile. Naciones Unidas: Cepal.	Este informe elaborado por la CEPAL realiza un análisis exhaustivo de la industria del litio en Chile, proporcionando un contexto integral y otorgando especial importancia a la gobernanza de este recurso, así como a los desafíos que se aproximan.	Fundamental
2	Cochilco. (2018). Mercado Internacional del litio. Chile: Cochilco.	Informe completo con información relevante y actualizada sobre la industria del litio en Chile y a nivel global, abordando temas como la oferta, demanda, producción y proyecciones del litio para los próximos años.	Fundamental
3	Gobierno de Chile. (2023). Estrategia nacional del litio. Chile.	El gobierno del presidente Gabriel Boric ha publicado la Estrategia Nacional del Litio, delineando las medidas para abordar el auge de este recurso y abordar los desafíos y oportunidades que representa para el país.	Fundamental
4	González. S. (2020). Oferta y demanda del litio hacia el 2030. Chile: DEPP.	Realiza una proyección de la demanda de litio, diferenciada por vehículos eléctricos, remanente, agregada y por composición química. Analiza la oferta de litio desglosada por empresa y país.	Fundamental

		Además, incluye un análisis de los costos de producción asociados.	
5	CFA. (2023). Reflexiones sobre los desafíos fiscales del litio.	El objetivo de este informe es analizar los desafíos que enfrentan las finanzas públicas debido al notable incremento de los ingresos fiscales por litio en los últimos tiempos. Estos ingresos podrían tener un componente transitorio que la metodología actual del Balance Estructural no aborda.	Fundamental
6	DEPP. (2017). Mercado Internacional del Litio y su Potencial en Chile. Chile: Guía Minera Chilena.	En este informe de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) en colaboración con la Dirección de Estudios y Políticas Públicas (DEPP), se lleva a cabo un análisis exhaustivo del mercado internacional del litio y se evalúa su potencial para el país.	Fundamental
7	Banco central. (2023). Importancia reciente del litio en la economía chilena.	¿Por qué el litio es relevante para la transición energética a nivel mundial? Además, se analiza el impacto del litio en las exportaciones de bienes chilenos y cómo ha influido en la evolución del Producto Interno Bruto (PIB) minero del país.	Fundamental
8	USGS. (2023). Data in metric tons of contained lithium unless otherwise noted. EEUU.	En el informe proporcionado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, se realiza un análisis puntual de los aspectos macroeconómicos más relevantes del litio, abordando temas como la demanda, las fuentes de obtención y la oferta global del metal.	Fundamental
9	Cochilco. (2023). El Mercado del litio. Chile: Cochilco.	En este informe elaborado por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), además de reflejar los datos más recientes, se amplía la proyección de demanda y oferta hasta el año 2035. Asimismo, se incorporan cifras relacionadas con la evolución del presupuesto de exploración y se lleva a cabo un análisis más detallado sobre la importancia del litio para Chile.	Fundamental
10	Lagos. G. (2012). El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012. Chile: PUC.	El informe proporciona un estudio completo de la industria del litio en Chile, abarcando desde la historia del descubrimiento del litio en el país hasta los recursos disponibles, la demanda, la producción y el debate en Chile en torno a este metal.	Fundamental
11	Lagos. G. (2018). El desarrollo del litio en Chile: 1984-2017. Chile: PUC.	Esta investigación es la actualización de Lagos. G. (2012). El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012. Chile: PUC. En el cual aborda los nuevos desafíos que tendría el litio en la industria chilena.	Fundamental
12	DEPP. (2009). Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio. Chile: Cochilco.	En este informe, se busca proporcionar información actualizada y confiable con el objetivo de contribuir a la creación de políticas públicas efectivas. Dado el previsible aumento acelerado de la demanda de litio en el futuro, se destaca la necesidad de un activo rol de las políticas públicas para permitir al país aprovechar las ventajas comparativas en la explotación y desarrollo de la minería del litio.	Fundamental

13	https://www.emol.com/noticias/Economia/2023/08/22/1104777/boom-litio-precio.html	Disminución de las ganancias de Codelco en un 32% y la brusca caída de un 37% del precio promedio de venta de litio, con respecto al mismo periodo al año anterior.	Específica
14	https://www.emol.com/noticias/Economia/2023/09/12/1107013/estados-unidos-litio-chile.html	Analiza la baja de los precios del litio en comparación a los años anteriores y la preocupación para Chile ante el descubrimiento del supuesto yacimiento más grande del mundo en EEUU.	Específica
15	https://www.latercera.com/opinion/noticia/columna-de-lorenzo-reyes-bozo-litio-la-exitosa-receta-australiana/SLXTNBV52ZC7PKYWE3F7VNTQXE/	Explica como Australia supero a Chile en la producción mundial de litio, quedándose con el liderazgo de la venta del metal en bruto y como la gobernabilidad ayudo a Australia para la construcción de nuevos megaproyectos.	Específica
16	Osses. L. (2021). El litio y la era de un nuevo Código de Minería. Chile: Minería Chile.	Los cambios que conllevaría la aprobación de la nueva propuesta de la constitución de Chile incluirían la instauración de un nuevo código de minería que reemplazaría al existente desde 1983. Esta actualización representaría transformaciones significativas para la industria minera del país.	Específica
17	Galbarro. H. (2023). Propiedades del Litio y sus Aplicaciones. Ingemecanica.	En este blog se lleva a cabo un análisis exhaustivo del litio, cubriendo conceptos e ideas fundamentales como los métodos de obtención del litio, su industria, sus aplicaciones y sus diversos usos.	Específica
18	https://www.sqm.com/acerca-de-sqm/recursos-naturales/proceso-de-produccion/	La producción de Carbonato de Litio e Hidróxido de Litio se origina a partir de soluciones de cloruro de litio obtenidas en el Salar de Atacama como subproducto de la producción de cloruro de potasio. Estas soluciones son procesadas posteriormente para obtener Carbonato e Hidróxido de Litio en una planta ubicada en el Salar del Carmen, en las cercanías de Antofagasta.	Específica
19	https://www.malaespinacheck.cl/pais/2023/04/25/cuales-son-las-empresas-que-producen-litio-en-chile/	El artículo se centra en identificar las empresas que actualmente producen litio en Chile, analizando las razones detrás de la continuidad de estas empresas y explorando por qué no ha habido la entrada de nuevas compañías para competir en este sector. Además, se detalla la información sobre los intentos de diversos gobiernos para crear nuevas licitaciones de empresas productoras de litio, destacando los fallos, como en el caso del gobierno del expresidente Sebastián Piñera.	Específica

20	https://concepto.de/litio/	En esta página dedicada a la química, su historia y aplicaciones, se proporciona un contexto completo del litio como elemento químico. Se abarcan varios aspectos del metal, incluyendo su definición como elemento químico, sus diversos usos, su posición en la tabla periódica y su presencia en el cuerpo humano.	Específica
21	Gamba. M. (2019). Industria, ciencia y política en el Triángulo del Litio. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.	Los Andes sudamericanos albergan las mayores reservas de salares en el mundo, pero aún es incierto si se puede lograr el tránsito y la agregación de valor que va desde el salar hasta las baterías. En este contexto, abordamos la interrelación histórica y actual entre la ciencia, la política y la industria de las baterías en Argentina, Bolivia y Chile.	Específica
22	Witker. J. (2021). EL LITIO. Mexico:Unam.	La importancia estratégica del litio radica en sus diversos usos en distintos ámbitos. Es un elemento clave para el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la transformación y almacenamiento de energía a bajo costo y de manera sostenible. Además, desempeña un papel crucial en el campo de la eficiencia energética a través de la producción de aleaciones livianas.	Específica
23	https://www.bnamericas.com/es/noticias/estrategia-del-litio-de-chile-una-carrera-contra-el-tiempo	La pregunta es: ¿Chile logrará acelerar la industrialización para aprovechar el auge que vive el metal antes de que salga a la luz un sustituto o antes de que el reciclaje tome mayor peso en el mundo?	Específica
24	Berroeta. E. (2023). EJECUCIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL	En esta tesis, presentada para optar al grado de licenciado en ciencias jurídicas, se realiza un diagnóstico del estado de avance en la ejecución de la Política Nacional del Litio del año 2016. La investigación se centra en los tres hitos más importantes del cumplimiento de esta política: la renegociación de los contratos que rigen a las dos operaciones de litio activas en el país, correspondientes a las empresas Albemarle y SQM, ambas en el Salar de Atacama, y el Contrato Especial de Operación de Litio en el Salar de Maricunga celebrado entre el Estado de Chile y la sociedad filial de CODELCO Salar de Maricunga Spa.	Específica
25	Corfo. (2016). PRESENTACIÓN COMISIÓN INVESTIGADORA LITIO. Chile: Corfo.	En esta presentación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), se proporciona información relevante a la Cámara de Diputados y Senadores del país sobre el litio en Chile. Con el objetivo de facilitar la comprensión, se lleva a cabo un análisis integral de la industria del litio en Chile, abarcando temas de importancia como el marco normativo y el mercado de este recurso.	Específica
26	Gobierno de Chile. (2023). Royalty Minero. Chile: Gob.cl.	El presidente de la República de Chile promulga la ley del royalty minero, la cual otorga millonarios recursos, específicamente 450 millones de dólares.	Específica
27	Mella. S. 2022. Analisis estrategico del litio. Chile. Repositorio usm.	Esta tesis se centra en cómo recuperar el liderazgo mundial en la producción de litio en Chile, así como en la identificación de las	Específica

		razones que llevaron a la pérdida de este liderazgo, a través de un estudio de mercado de la industria del litio en Chile.	
28	InvestChile. (2023). Las ocho claves de la nueva Estrategia Nacional del Litio en Chile.	Establece los ejes propuestos por el gobierno encabezado por el presidente Gabriel Boric para aprovechar el potencial que tiene el metal en nuestro país, dado que Chile posee el 36% de las reservas globales y es el segundo productor a nivel mundial, después de Australia.	Específica
29	https://www.argusmedia.com/en/news/1836977-lithium-hydroxide-demand-to-overtake-carbonate-aabc	En esta noticia, se explica con detalle por qué se espera que la demanda de hidróxido de litio supere a la de carbonato de litio en los próximos cinco años, destacando su creciente utilización en las baterías como factor determinante.	Específica
30	https://fhsolarled.com/tipos-de-baterias-de-iones-de-litio/	En esta página web, se ofrecen ilustraciones detalladas de todos los tipos de baterías de iones de litio actualmente disponibles, junto con información sobre sus aplicaciones específicas y las diferencias que existen entre ellas.	Específica
31	https://culturacientificacom/2020/02/20/asi-funcionan-las-baterias-de-litio/	En el blog dedicado a la cultura científica, se presentan y explican minuciosamente el funcionamiento de las baterías de litio, sus componentes químicos y los tipos más destacados de estas baterías.	Específica
32	https://www.albemarlelito.cl/locations/productos	En la página web de Albemarle, la empresa productora de litio con operaciones en Chile, se proporciona una descripción detallada de todos los productos que comercializa, así como información sobre sus procesos de producción.	Específica
33	https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/tanta-demanda-litio-par-baterias-coches-electricos-podriamos-estar-creando-nuevo-problema-contaminacion	Para producir 1 tonelada de litio, se requieren dos millones de litros de agua en el desierto de Atacama o el salar de Uyuni. Este hecho plantea la preocupación de que la producción de litio podría convertirse en un nuevo problema de contaminación, dada la elevada demanda del metal.	Específica
34	Barría. C. (2023). En qué se diferencian los modelos de explotación de litio de Chile, Bolivia, Argentina y México. Chile. BBC.	“En qué se diferencian los modelos de explotación de litio de Chile, Bolivia, Argentina y México (y qué los une).”	Complementaria
35	Terrazas. P. (2018). Regulación y mercado del litio. Chile: Gob Chile.	En la presentación se exponen antecedentes fundamentales del litio y su industria en Chile, abarcando los principales aspectos del marco regulatorio del litio y del mercado, los competidores del litio actualmente en Chile, y, en términos generales, la situación del mercado.	Complementaria

36	Ocmal. (2019). Marco normativo del litio chileno.	En este informe, se presentan de manera cronológica y ordenada por fecha los principales antecedentes históricos de la regulación del litio en Chile.	Complementaria
37	Zorrero. D. (2021). Qué pasará en el futuro con los autos eléctricos. Chile: Infobae.	Un experto en baterías presenta posibles sustitutos que podrían reemplazar al litio como elemento fundamental en las baterías de los autos eléctricos. Se evalúa la factibilidad de estos sustitutos en un futuro próximo y se analiza su viabilidad económica.	Complementaria
38	Plaza. D. (2022). Batería de sodio. Motor .es.	Cómo funcionan las baterías de sodio y su potencial para reemplazar a las baterías de litio.	Complementaria
39	https://www.df.cl/df-lab/cambio-climatico/la-union-europea-prohibe-definitivamente-la-venta-de-vehiculos-que	La noticia informa sobre la prohibición establecida por la Unión Europea para la venta de vehículos de combustión interna a partir del año 2035.	Complementaria
40	https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/summary/	En el sitio oficial se exhibe el premio Nobel otorgado a los desarrolladores de las baterías de ion de litio, en reconocimiento a la tecnología que está contribuyendo a hacer del mundo un lugar más sostenible.	Complementaria

Fuente 1: Creación Propia

Las 40 lecturas esenciales del estudio resultaron ser piezas fundamentales para explorar a fondo la industria del litio, abordando aspectos clave como su origen, composición, gobernanza en Chile y su evolución hasta llegar a su actual auge. Este crecimiento significativo se atribuye a la creciente demanda del litio en la producción de baterías de iones de litio, especialmente diseñadas para vehículos eléctricos, en aras de fomentar un entorno más sostenible. Estas lecturas fueron categorizadas en tres grupos: fundamentales, específicas y complementarias, ofreciendo así una comprensión detallada y estratificada de la materia. Este enfoque estratégico permitió adquirir conocimientos sólidos, proporcionando una base robusta para enfrentar la complejidad en constante evolución de la industria del litio

5.2. La industria del litio en Chile

Los estudios realizados hasta la fecha indican que la industria del litio en Chile está experimentando un crecimiento sustancial debido a su papel en la producción de

baterías de alta densidad energética, impulsadas por la transición hacia la electromovilidad a nivel global (COCHILCO, El mercado del litio, 2023).

Se ha observado que Chile posee las mayores reservas de litio en el mundo hasta la fecha (2023) en forma de salmueras subterráneas de alta pureza ubicadas en la Región de Antofagasta, siendo el segundo mayor productor a nivel mundial después de Australia (Bonilla, 2020). Esta posición privilegiada ha generado un aumento significativo en las exportaciones de litio y sus derivados y, en consecuencia, un impacto positivo en el Producto Interno Bruto (PIB) del país los últimos años (Central, 2023).

No obstante, las investigaciones también han señalado desafíos y consideraciones importantes. La creciente demanda de litio puede llevar a la necesidad de una mayor inversión en la expansión de la producción y la infraestructura relacionada en el país, sin embargo, la industria del litio en Chile está marcada por dificultades como su marco normativo el cual le dificulta la creación de nuevos proyectos.

5.3. Investigaciones del mercado del litio en Chile.

En los últimos años, ha surgido una gran cantidad de investigaciones y estudios relevantes acerca del litio, su industria y su mercado. Estos estudios se han llevado a cabo debido al creciente interés mundial en este metal, impulsado por la electromovilidad y su uso en aparatos electrónicos. Esta tendencia ha generado una amplia literatura científica y académica. No obstante, es importante señalar que mucho antes de que el litio adquiriera relevancia a nivel global, autores habían realizado investigaciones significativas y contribuciones valiosas a la industria del litio en Chile. Entre ellos destaca el profesor Gustavo Lagos, autor de obras como (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012) y, más recientemente (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile: 1984-2017, 2018). Los resultados de estas investigaciones han proporcionado información valiosa sobre la importancia del litio en la economía chilena.

5.4. ¿Cuáles son las tendencias de mi tema de investigación?

5.4.1. La electromovilidad y el auge global del litio

La transición de vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos, conocida como electromovilidad, está teniendo un impacto significativo a nivel global. Este cambio responde a la necesidad de un mundo más sostenible y la reducción de las emisiones de CO₂.

Gracias a las baterías de ion-litio, los vehículos eléctricos han alcanzado una autonomía suficiente, y en comparación con los vehículos de combustión interna, ofrecen un costo mucho menor en trayectos de la misma distancia (Zorrero, 2021). Basándose en esta tendencia, la Unión Europea ha establecido la prohibición de la venta de vehículos que emitan CO₂ a partir del año 2035. Esta medida marca un paso importante hacia la reducción de la huella de carbono y la promoción de una movilidad más respetuosa con el medio ambiente (Financiero, 2023).

5.4.2. Baterías de ion-litio

En la década de 1970, el químico británico-estadounidense M. Stanley Whittingham inició la investigación sobre las baterías de litio. Aunque este tipo de batería recargable no resultó rentable en ese momento debido a la dificultad y el alto costo de adquirir sulfuro, marcó un punto de partida crucial en su desarrollo (Valencia, 2016).

No obstante, no sería hasta 1985 que las baterías de litio pudieron ser comercializadas a gran escala, y esto se debió al trabajo de Akira Yoshino. Yoshino, en los laboratorios de Kawasaki en Japón, creó el primer prototipo de batería de litio basándose en las investigaciones de John Goodenough y otros destacados expertos en el campo (Valencia, 2016).

Es importante destacar que estos tres científicos mencionados anteriormente recibieron el Premio Nobel de Química en 2019 por su contribución al desarrollo de las baterías de ion-litio. Sus investigaciones y avances en esta tecnología revolucionaria han tenido un impacto significativo en la industria (Sciences, 2019)

5.5. El litio y su industria en Chile en la actualidad

Gracias a la electromovilidad se ha generado una considerable cantidad de literatura científica y académica. Esta literatura abarca una amplia gama de temas, como las aplicaciones del litio, la optimización de procesos, las nuevas tecnologías, las políticas gubernamentales, las regulaciones y la oferta y la demanda. Sin embargo, en lo que concierne al mercado del litio, es importante señalar que hasta la fecha no se han realizado estudios o investigaciones recientes que aborden específicamente la incertidumbre que enfrenta actualmente la industria del litio en Chile.

Esta falta de atención a la incertidumbre del mercado representa una brecha en la investigación que merece consideración, ya que esta incertidumbre puede tener un impacto significativo en el futuro de la industria del litio en el país.

5.6. Revisión bibliográfica y términos clave

5.6.1. Preguntas claves de la revisión bibliográfica

En la elaboración de la revisión bibliográfica, se plantearon las preguntas clave detalladas en la tabla 2. Estas preguntas no solo guiaron la investigación, sino que también dieron forma al estudio al derivar de ellas un total de 40 lecturas fundamentales. Estas lecturas desempeñaron un papel crucial en la realización del estudio y la construcción del marco teórico, proporcionando así una base sólida para abordar los objetivos planteados.

Tabla 2: Preguntas revisión bibliográfica

Orígenes, Propiedades y Composición del Litio	Marco Normativo y Evolución del Desarrollo del Litio en Chile	Explotación y Producción del Litio	Comercialización del litio	Evolución del Desarrollo del Litio y Alternativas Potenciales
Estrategia Chilena en la Gestión del Litio	Ingresos Fiscales Generados por la Industria del Litio	Impacto Ambiental de la Industria del Litio: Desafíos y Soluciones	Oferta y Demanda en la Industria del Litio	Proyecciones de Demanda para la Industria del Litio

Inicio de Operaciones en Nuevos Proyectos de Litio	Impacto del Litio en la Evolución del Producto Interno Bruto (PIB)	Usos y aplicaciones del litio	Incertidumbre en la Industria del Litio en Chile: Retos y Oportunidades	
--	--	-------------------------------	---	--

Fuente 2: Creación Propia

5.6.2. Términos clave que se deben conocer

1. **Pertenencias OMA:** En 1977, Corfo solicitó y logró la obtención de 59,280 pertenencias mineras en el Salar de Atacama. Sin embargo, decidió renunciar a 27,052 de ellas, conservando únicamente 32,768. Estas pertenencias mineras en el Salar de Atacama fueron denominadas "OMA".
2. **Triangulo del litio:** El Triángulo del Litio en Sudamérica hace referencia a los tres países que poseen las mayores reservas de litio en el mundo en salmueras subterráneas. Estos países son Chile, Argentina y Bolivia.
3. **Depósitos LCT:** Los depósitos de pegmatitas son yacimientos minerales que contienen una combinación de litio, cesio y estroncio, y se encuentran comúnmente en formaciones geológicas conocidas como pegmatitas. Las pegmatitas son rocas ígneas que se caracterizan por su gran tamaño de grano y por contener grandes cantidades de litio (UNAM, 2021).
4. **Sociedad chilena del litio (SCL):** Esta sociedad se estableció con el propósito de aprovechar la viabilidad económica de la producción de carbonato de litio en el Salar de Atacama. Esta asociación estaba compuesta por un 45% de Corfo y un 55% de Foote Minerals (Bonilla, 2020).
5. **Foote Minerals:** En sus inicios, Foote Minerals, una empresa estadounidense, estableció una asociación con Corfo y la SCL para el desarrollo de tecnologías de producción de litio. Posteriormente, en el año 2012, la colaboración entre Corfo y la SCL evolucionó y adoptó el nombre de Rockwood Lithium. Tres años más tarde, Rockwood fue adquirida por la corporación Albemarle, la cual, hasta la fecha, continúa siendo una productora destacada de diversos derivados de litio (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012).
6. **Comité de sales mixtas:** El Comité de Sales Mixtas, establecido en 1978, tuvo como finalidad supervisar el metal, ofrecer asesoría y contribuir a la definición

de políticas, programas y proyectos relacionados. No obstante, este comité fue disuelto tan solo diez años después de su creación (Bonilla, 2020).

7. Reservas minerales: Las reservas minerales son cantidades conocidas de minerales que pueden extraerse de manera rentable con la tecnología y los métodos actuales.

8. Recursos minerales: Los recursos son cantidades estimadas de minerales, y algunos de ellos pueden convertirse en reservas a medida que se desarrollan nuevas tecnologías.

9. Sostenibilidad: Gestión responsable de los recursos minerales a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción hasta el procesamiento, uso y eventual disposición. Implica equilibrar las necesidades actuales con la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

10. Emisiones de CO₂: Las emisiones de dióxido de carbono son un gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático a atrapar el calor de la atmosfera. Las principales fuentes son combustibles fósiles y el transporte entre otros.

5.7. Literatura sobre la industria del litio en Chile

En Chile, la literatura científica sobre el litio y su industria es extensa, cubriendo una amplia gama de temas que incluyen la optimización de procesos, regulaciones, normativas, tecnologías de extracción y yacimientos. Hasta la fecha, no se han encontrado estudios que realicen escenarios futuros de la industria del litio en Chile; sin embargo, existen informes de proyecciones de la industria elaborados por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), tales como "Oferta y demanda del litio hacia el año 2030" y "El mercado del litio, 2023". Estos informes presentan datos recientes de la industria y realizan proyecciones cruciales para la misma, abarcando cifras de evolución del presupuesto de exploración y analizando en detalle la importancia del litio para Chile.

Algunas de las proyecciones que se ven en los informes son:

- a) Proyección de la demanda por vehículos eléctricos.
- b) Proyección de la demanda de litio remanente.

- c) Proyección de la demanda de litio por composición química.
- d) Proyección de la demanda agregada de litio.

5.8. Sujeto de estudio

5.8.1. Origen del litio

Fue descubierto en el año 1817 por el químico sueco Johan August Arfwedson quien lo individualizó con el nombre de litio. Aunque el litio fue descubierto en el año 1817, debido a su analogía con dos de su grupo: sodio y potasio, apenas en 1818 los científicos británicos Humphry Davy y William Thomas Brande consiguieron aislar el elemento mediante electrólisis del óxido de litio. Posteriormente, en 1855, Robert Bunsen y Augustus Matthiessen consiguieron obtener litio en grandes cantidades, mediante electrólisis del cloruro de litio, en un pequeño crisol de porcelana, usando un fino hilo de hierro como cátodo y una varilla de carbón como ánodo (Valencia, 2016).

5.8.2. Propiedades y características del litio

El litio es un elemento químico con el símbolo Li y número atómico 3. En la tabla periódica, se ubica en el grupo 1, junto a los elementos alcalinos, dada su alta reactividad, el litio se encuentra en la naturaleza únicamente en forma combinada. En su estado puro, se presenta como un metal blando de color blanco plata, que se oxida rápidamente en contacto con el aire o el agua y es el metal más liviano que se conoce (Valencia, 2016).

Número Atómico: 3

Símbolo químico: Li

Configuración electrónica: $1s^2 2s^1$

Esta configuración indica que el litio posee tres electrones y tres protones en su estructura atómica. Al ser el tercer elemento en la tabla periódica y pertenecer al grupo 1, comparte propiedades con otros metales alcalinos como el sodio (Na) y el potasio (K) (Concepto, 2023).

5.8.3. Descubrimiento del litio en Chile

En 1962, bajo la administración de Don Jorge Alessandri, la compañía minera estadounidense Anaconda, responsable de la explotación de Chuquibambilla, inició la exploración del Salar de Atacama. Durante este proceso, se perforó la costra del salar, revelando inicialmente lo que se creía que era agua. Sin embargo, al analizar el líquido extraído, se evidenció su densidad y la presencia de sales disueltas, conocidas como salmueras. El análisis químico de estas salmueras reveló las primeras pruebas de altas concentraciones de litio, potasio, magnesio y boro en el mencionado salar (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012)

Con el transcurso de los años, este descubrimiento se confirmó como el yacimiento de litio más importante del mundo. Aunque el Salar de Atacama es considerablemente más pequeño que el Salar de Uyuni en Bolivia, a diferencia de este último, que es más extenso y cuenta con mayores recursos, la extracción del metal en el Salar de Atacama resulta ser mucho más económica y factible.

5.8.4. Desarrollo Histórico y Marco Normativo de la Explotación del Litio en el Salar de Atacama, Chile (1969-1995)

A raíz del hallazgo realizado por la empresa Anaconda, en 1969 el Ministerio de Minería encomendó al Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile la investigación de los minerales presentes en el Salar de Atacama. Los resultados de estos estudios fueron publicados en el boletín correspondiente en 1974 (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012).

La empresa Foote Minerals, con experiencia en la explotación de los salares Clayton Valley y Silver Peak, al descubrir un nuevo yacimiento en el Salar de Atacama, realizó sus propias mediciones que revelaron concentraciones significativas de litio (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012). En 1975, se estableció el primer convenio base entre Foote Mineral Company y el Gobierno de Chile para llevar a cabo exploraciones en el Salar de Atacama y realizar estudios de factibilidad. (Bonilla, 2020).

En 1977, en primera instancia, el gobierno de Chile estableció el comité de sales mixtas. Posteriormente, gracias a los positivos resultados alcanzados por el Instituto

de Investigaciones Geológicas, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) adquirió 59.820 pertenencias mineras en una extensa porción del Salar (conocidas como "OMA"). No obstante, poco después, CORFO decidió renunciar a 27.052 de esas pertenencias, las cuales fueron extinguidas, dejando a la corporación con 32.768 (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009).

En octubre de 1979, se promulgó el Decreto de Ley 2.886, el cual reservaba el litio para el Estado. Esta medida se adoptó en un contexto en el que Chile estaba siendo gobernado por el Ejército, el cual estaba alineado con las políticas de los Estados Unidos. Estas políticas consideraban al litio como un elemento crítico para el desarrollo de la energía nuclear y buscaban mantener el control de este después de la Segunda Guerra Mundial. (Bonilla, 2020).

- El Decreto de Ley 2.886 establece que ***"sujeta a las normas generales del Código de Minería la constitución de pertenencia minera sobre carbonato de calcio, fosfato y sales potásicas, reserva el litio en favor del Estado, e interpreta y modifica las leyes que se señalan"***.

En el artículo 5 de este decreto, se establecen dos excepciones. En primer lugar, se consideran las pertenencias constituidas que tengan su acta de mensura inscrita, estén vigentes, y cuya manifestación, a su vez, haya quedado inscrita antes del 1° de enero de 1979. Por otra parte, se exceptúan las pertenencias que estuvieran en tramitación un año antes de la publicación del decreto (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009).

Finalmente, en el artículo 6, se establece que estas pertenencias no podrán ser objeto de ningún acto jurídico, a menos que se ejecuten o celebren por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, con su autorización previa.

En octubre de 1979, después de las exploraciones realizadas por Foote Minerals, se evidenció la viabilidad económica de producir carbonato de litio en el salar de Atacama. Como resultado de este hallazgo, en agosto de 1980, el vicepresidente de Corfo y el presidente del directorio de Foote Minerals se reunieron para fundar la Sociedad Chilena del Litio (SCL), destinada a la exploración y venta de derivados

del litio. La distribución acordada para esta sociedad fue del 45% para Corfo y del 55% para Foote Minerals (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012). En ese mismo año, la CCHEN aprobó la venta competitiva del litio y todos sus derivados por parte de SCL, fijando una cantidad de 200.000 toneladas métricas de litio metálico para un periodo de 8 años. Esta comercialización excluía la venta de productos destinados a la energía nuclear por fusión (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009). Esta instancia, producto de la colaboración entre el Estado y Foote, abrió paso al contrato actual con Albemarle (Bonilla, 2020).

En el año 1983, Corfo licitó un proyecto internacional para la producción de sales potásicas, ácido bórico y litio (Comité de Sales Mixtas) (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012). Posteriormente, en 1986, se constituyó la empresa Minería Salar de Atacama Ltda (Minsal), con la participación de CORFO (25%), Amax (63.75%), y Molybmet (11.25%). El propósito de esta empresa era explorar, explotar y comercializar minerales, así como cualquier otro producto o subproducto proveniente de las salmueras del Salar de Atacama.

Entre las cláusulas del contrato, se estableció que la producción total de litio sería de 180,100 toneladas métricas en un plazo de 30 años. Se prohibió la venta con fines de fusión nuclear, y se otorgó a la CCHEN la opción preferente para la compra de litio. A través de esta colaboración, Corfo aportó 14,814 pertenencias de OMA, las cuales fueron entregadas en arriendo a Minsal. (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009).

En 1988, Corfo vendió el 25% de su participación a Foote Minerals Company, y en 1989, cedió el 20% restante, dejando a Foote con el 100% de la propiedad de SCL. El valor total de esta venta ascendió a 15.2 millones de dólares. (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009). En ese periodo, el Estado de Chile carecía de los recursos necesarios para participar en SCL. Debido a esta limitación, Corfo utilizó la fracción del Salar de Atacama como forma de pago para adquirir el 45% de las acciones. De esta forma Foote Minerals obtuvo un trato favorable por la explotación de litio, a cambio de instalar su tecnología, la cual era única en ese momento (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012).

En ese mismo periodo, el proyecto para el aprovechamiento de los recursos del salar (Minsal) concluyó su estudio de factibilidad para la producción de derivados del litio y potasio (Bonilla, 2020).

En 1993, con un gobierno democrático en Chile, la empresa Sociedad Minera y Química de Chile (SQM) adquirió el 75% de las participaciones de las empresas Amax y Molimet. Corfo, que era propietaria del 25% restante del proyecto, se mantuvo como socia (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009). FMC Corporation (hoy Livent) también había mostrado interés por la compra de las partes, pero Corfo dio preferencia a SQM por ser una empresa chilena (Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012, 2012). Como resultado de esta adquisición, se amplió el plazo de explotación hasta el año 2030, las pertenencias en arriendo se incrementaron a 16,384 y Corfo se comprometió a no explotar la fracción del salar que le quedaba (Bonilla, 2020).

En 1994, Minsal Ltda, conformada por Corfo y SQM, dio un paso significativo al transformarse en una sociedad anónima, acordando un aumento de capital. En este proceso, Corfo redujo su participación del 25% al 18.8% de las acciones de la sociedad, con la condición de que en el futuro solo podría mantener ese porcentaje o reducirlo. Sin embargo, en 1995, SQM adquirió el 100% de las acciones de Corfo, consolidando así la propiedad privada de Minsal. De manera inmediata, la razón social de la empresa cambió a SQM Salar SA (Bonilla, 2020).

Durante ese mismo año, entró en operación la planta de cloruro de potasio de SQM. Un año después, SQM S.A. inició la producción de carbonato de litio en el Salar de Atacama, y en 1998, se pusieron en marcha las operaciones de las plantas de sulfato de potasio y ácido bórico (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009).

5.8.5. Análisis de la oferta del litio

A. Fuentes de litio

De las diversas fuentes de litio que existen, las principales, según el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), son: salares y lagunas continentales (60%), rocas pegmatitas y granitos (27%), arcillas enriquecidas en litio (7%), acuíferos

formados por la circulación de aguas calientes a partir de fracturas terrestres (3%) y zeolitas enriquecidas con litio (3%) (USGS, 2023).

Debido a su alta reactividad, el litio no se encuentra en su forma pura. Sin embargo, entre los más de 100 minerales que contienen litio, los más comunes son el espodumeno, la petalita, la lepidolita, la jadarita, la hectorita y la eucryptita (COHILCO, 2017).

Actualmente la explotación de litio se realiza solo en 2 fuentes: Minerales de roca (rocas pegmatitas) y salmueras en acuíferos.

Las salmueras albergan las concentraciones más elevadas de litio y potasio registradas hasta la fecha, además de presentar niveles destacados de boro, sodio, calcio, nitratos y sulfato. Estas representan aproximadamente el 60% de los recursos mundiales de litio, siendo predominantemente halladas en el Triángulo del Litio en Latinoamérica (Economica, 2018).

La extracción de litio a partir de salmueras resulta atractiva debido a la eficiencia del proceso, y con frecuencia se considera una opción más sostenible desde el punto de vista ambiental en comparación con la minería de minerales de roca (UNAM, 2021).

Tabla 3: Porcentaje de depósitos mundiales

Tipo de deposito	Porcentaje mundial	Mayores depósitos
Salares y lagunas continentales	60%	Triángulo del litio (Chile, Argentina, Bolivia), Zabuye (China)
Espodumeno, petalitas, lepidolitas, ambligonita y eucryptita	27%	Australia, EE. UU., RDC, Canadá

Arcillas, toba volcánica, rocas evaporitas lacustres	7%	EE. UU. (Nevada), México (Sonora), Chile (Llamara)
Capas de jadarita, mineral de silicato de la familia de las zeolitas	3%	Serbia (Jadar)
Acuíferos formados por la circulación de aguas calientes a partir de fracturas terrestres	3%	Frontera California-México, Alemania (Rhine Graben), norte de Chile

Fuente 3: Creación Propia según Cochilco: “El mercado del litio”

Existen tres categorías de depósitos de salmueras enriquecidas con litio: continentales, geotérmicas y vinculadas a campos petrolíferos (COCHILCO, El mercado del litio, 2023).

- **Salmueras continentales:** Las salmueras continentales están formadas por acumulaciones de agua salina subterránea enriquecida con litio disuelto. Estos depósitos son la forma más común de salmuera que contiene litio, y gran parte de la producción mundial proviene de este tipo de salmueras (UNAM, 2021).

Las salmueras continentales poseen una ventaja económica en comparación con las rocas pegmatitas, ya que la salmuera es bombeada a la superficie y se deposita en piscinas donde se le aplica evaporación solar durante un promedio de 18 meses, produciendo un concentrado que contiene entre un 3% y un 6% de litio. Este concentrado debe ser procesado para obtener compuestos refinados, separándolo de impurezas como el boro, sulfato y magnesio (Bonilla, 2020).

El Triángulo del Litio en Latinoamérica tiene las mayores salmueras continentales, las cuales se ubican en el Salar de Hombre Muerto; Argentina,

Uyuni; Bolivia y en Atacama; Chile (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009).

Ilustración 1: Proceso productivo de SQM para extracción de litio.



Fuente 4: SQM

- **Salmueras geotérmicas:** Estos depósitos representan aproximadamente el 3% de los recursos mundiales de litio. Están compuestos por una solución salina caliente concentrada que ha pasado a través de rocas de la corteza terrestre en zonas de flujo de calor extremadamente alto. Además, están enriquecidos con metales como el litio, boro y potasio.

Algunos países que tienen salmueras geotérmicas son: Wairakei, Nueva Zelanda; Reykjaness, en Islandia; y El Tatio, en Chile. Aunque el caso más conocido es el Mar de Salton, en el sur de California, donde Simbol Materials, compañía privada, produce carbonato de litio de alta pureza utilizando el proceso de ósmosis inversa. Con este método, no es necesaria la evaporación salina, lo que hace que el proceso sea más rentable (UNAM, 2021).

- **Campos petrolíferos:** En los Estados Unidos, se han detectado salmueras asociadas a campos petrolíferos con altos contenidos de litio; sin embargo, la complejidad química de estas salmueras no las hace atractivas como fuentes de litio (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009). Estas salmueras se encuentran en yacimientos profundos de petróleo,

y campos petrolíferos enriquecidos con litio se han identificado en Dakota del Norte, Wyoming, Oklahoma y el este de Texas (UNAM, 2021).

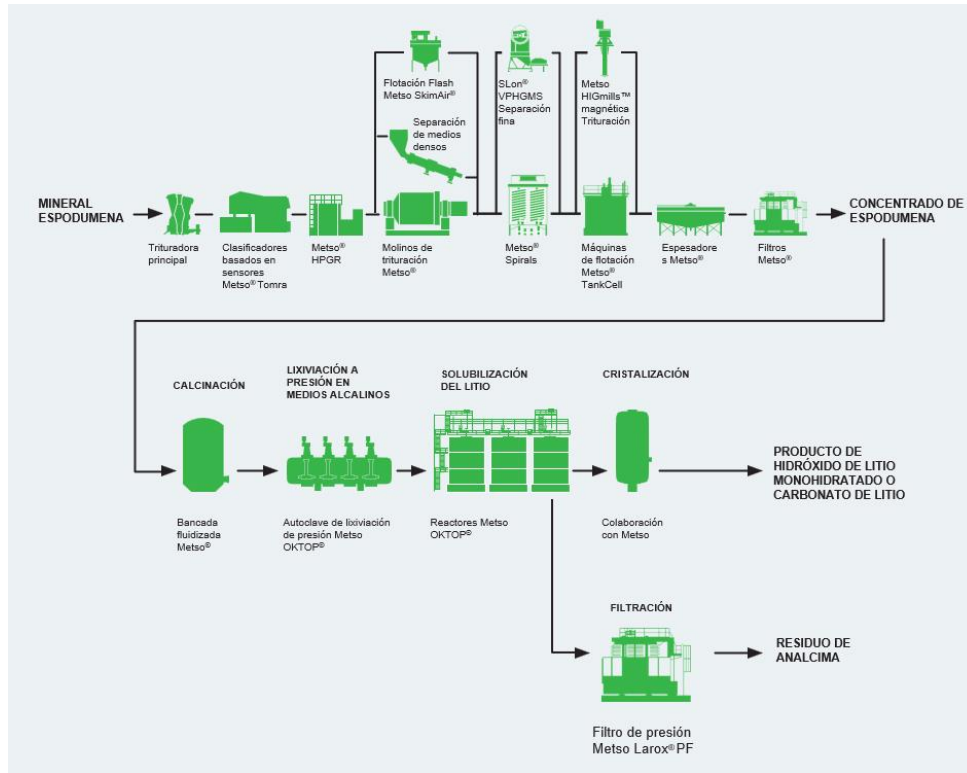
Para extraer litio de los depósitos de rocas pegmatitas LCT, ubicados cerca de la superficie, se emplea un proceso similar al utilizado en la minería convencional. Este procedimiento comprende la perforación, tronadura y concentración del mineral. En su mayoría, las pegmatitas presentan una composición granítica, compuestas por cuarzo, feldespato y mica. Además, estas formaciones pueden albergar diversos minerales, como agua marina y turmalina (COHILCO, 2017). Es importante destacar que algunas pegmatitas clasificadas como LCT contienen elevadas concentraciones de minerales valiosos, tales como litio, cesio y tántalo en rocas como:

- **Espodumeno:** El espodumeno pertenece al grupo los piroxenos, teniendo un color que varía del blanquecino al grisáceo y amarillo. Este material fue la fuente principal de carbonato de litio hasta la extracción en las salmueras naturales (Economica, 2018). El espodumeno, al pasar por un proceso de flotación diferencial, puede obtener un concentrado con un contenido de 2.5 a 3.2% de litio, equivaliendo de 85 a 95% de espodumeno (COCHILCO, Antecedentes para una Política Pública, 2009).

Este mineral en la actualidad se utiliza para concentrados, como el cloruro de litio y el hidróxido, ya que se necesita un bajo procesamiento para convertirlo en uno de estos compuestos. Los mayores depósitos de espodumeno se encuentran en Australia, Canadá y China (COHILCO, 2017).

- **Lepidolita:** Este mineral pertenece al grupo de las micas y el de color lila a rosa. Se encuentra en pegmatitas graníticas y en filones hidrotermales. La lepidolita se extrae como fuente secundaria del litio debido a sus altas impurezas. En la actualidad países como China y Portugal lo producen (COHILCO, 2017).

Ilustración 2: Cadena de valor de los minerales duros de litio



Fuente 5: Gama METSO

B. Recursos y reservas del litio.

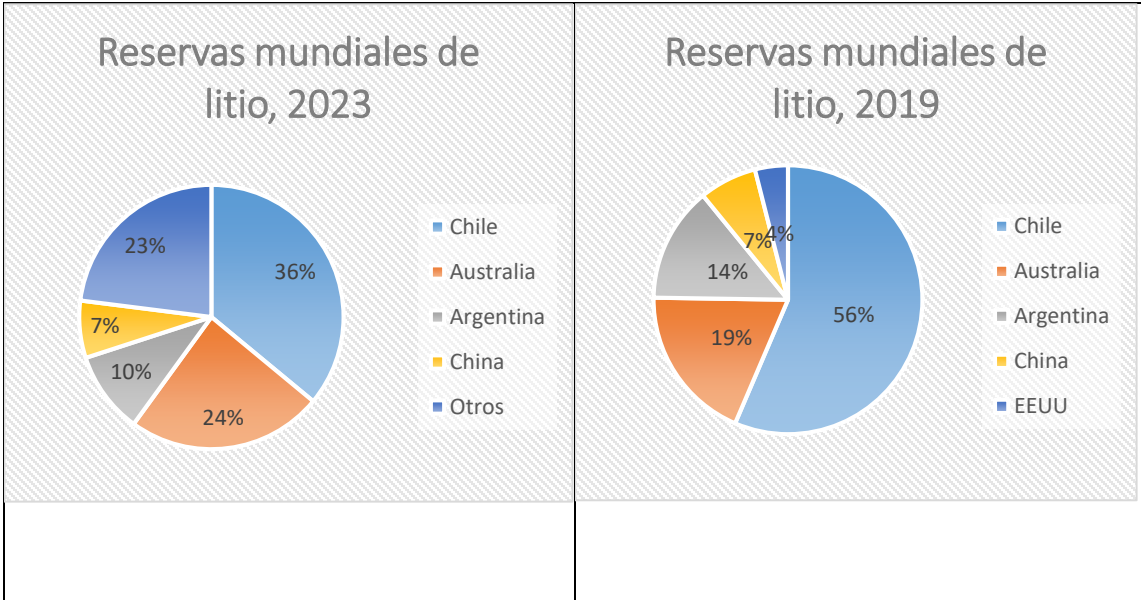
En el ámbito de la geología y la minería, la noción de "reserva de minerales" abarca la cantidad conocida y económicamente recuperable de un mineral específico localizado en una zona determinada. Esta cantidad puede ser extraída y procesada mediante métodos técnicamente viables y económicamente rentables al momento de la evaluación. En contraste, los recursos minerales representan la cantidad total de un mineral específico que existe en la Tierra (Bonilla, 2020).

Gracias a la exploración continua, los recursos de litio a nivel mundial han experimentado un notable incremento, totalizando aproximadamente 98 millones de toneladas, según los datos más recientes del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, 2023). Esta cifra contrasta significativamente con los 62 millones de toneladas identificados en el año 2019, evidenciando un cambio sustancial en las estimaciones. Este fenómeno destaca la abundancia del litio en la Tierra y subraya

que, incluso en términos de consumo versus reservas supera considerablemente a otros minerales como el cobre.

Según los datos proporcionados por el USGS, Chile ostenta la mayor cantidad de reservas de litio a nivel mundial, alcanzando las 9,300,000 toneladas métricas, lo que representa aproximadamente el 36% del total global. Le sigue Australia con 6,200,000 TM, equivalente al 24%, y Argentina con 2,700,000 TM, que representa el 10%. En lo que respecta a los recursos mundiales de litio, la distribución de los tres países con las mayores cantidades es la siguiente: Bolivia se posiciona en primer lugar con 21 millones de toneladas, seguido por Argentina en segundo lugar con 20 millones de toneladas y Chile en tercer lugar con 11 millones de toneladas (USGS, 2023).

Gráfico 1: Reservas mundiales de litio años 2019 y 2023.



Fuente 6: Creación Propia en base a USGS

C. Compuestos de litio

El litio y sus derivados son elementos esenciales que han ganado una enorme relevancia a nivel mundial en los últimos tiempos, gracias a su papel crucial en la tecnología y la electromovilidad.

La industria del litio en Chile se centra específicamente en la producción de tres productos derivados, los cuales son los más destacados en los mercados internacionales. Estos productos incluyen:

- **Carbonato de litio:** Esta sal blanca e incolora, compuesta por litio, carbono y oxígeno, destaca por su menor solubilidad en agua caliente en comparación con el agua fría. Es generalmente estable cuando se expone a la atmósfera y reacciona fácilmente con ácidos fuertes. Además, se utiliza con frecuencia en la fabricación de otras sales de litio. Actualmente hay 2 tipos de carbonatos de litio:
 - a) **Carbonato de litio grado técnico:** Este tiene un mínimo del 99% de carbonato de litio. Su producción implica la eliminación inicial de impurezas de las salmueras, seguida de una conversión química con ceniza de soda para generar carbonato de litio. Posteriormente, se somete a un proceso de purificación para obtener distintos productos. Sus aplicaciones abarcan la producción de aluminio, vidrio, cerámica, productos farmacéuticos y materiales catódicos para baterías de ion-litio (SQM, 2023).
 - b) **Carbonato de litio grado batería:** A diferencia del grado técnico, este tiene un 99.2% de carbonato de litio, el cual se produce de manera similar al anterior. Este compuesto experimenta un proceso de producción mejorado que optimiza la eliminación de impurezas y eleva la calidad de la salmuera al reducir los niveles de sodio. Se emplea en el desarrollo de energías renovables no convencionales, así como en dispositivos móviles como smartphones y notebooks. En su variante más pura, se utiliza principalmente en los componentes de baterías para autos eléctricos (SQM, 2023).
- **Cloruro de litio:** Este polvo blanco, compuesto por cloro y litio, comparte propiedades con la sal común y se destaca por su capacidad como secante. Aproximadamente el 96% del cloruro de litio tratado a nivel mundial se extrae de las salmueras de los salares de Atacama (Chile) y el Salar del Hombre Muerto (Argentina).

La producción del cloruro de litio comienza con la eliminación de impurezas mediante procesos de extracción por solventes, separando elementos como magnesio, sodio, calcio y sulfato. Una vez que la salmuera está libre de estas impurezas, se procede a un cristalizador (ALBEMARLE, 2023).

- **Hidróxido de litio:** El hidróxido de litio es un polvo inorgánico con la fórmula LiOH , que se presenta como un sólido blanco cristalino altamente soluble en agua y posee la característica de ser muy corrosivo. Su composición incluye agua y óxido de litio (SQM, 2023).

El proceso de producción del hidróxido de litio comienza con la purificación de la salmuera extraída, mediante precipitación química. Posteriormente, se lleva a cabo la fase de cristalización y separación del hidróxido de litio de los demás componentes, seguido por el proceso de secado (SQM, 2023). La empresa SQM, encargada de comercializar el hidróxido de litio, ofrece este producto en tres formatos distintos:

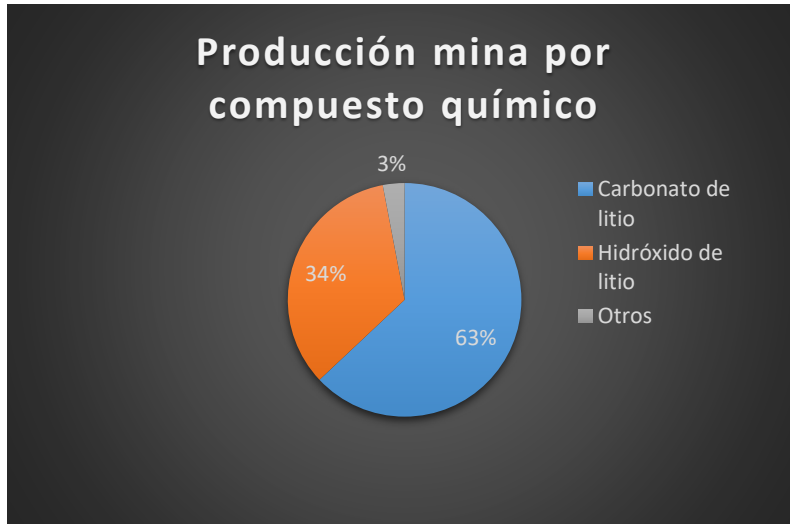
- a) **Hidróxido de litio grado técnico 56.5% min LiOH :** Este formato se emplea en diversas aplicaciones técnicas, como la fabricación de cerámicas, vidrios, catalizadores, grasas y lubricantes diseñados para altas temperaturas.
- b) **Hidróxido de litio grado técnico-batería 56.5% min LiOH :** Principalmente utilizado en la producción de baterías de iones de litio, así como en la fabricación de grasas y lubricantes de altas temperaturas.
- c) **Hidróxido de litio grado industrial 56.5 min LiOH :** Similar a los anteriores, este tipo de hidróxido de litio se destina a aplicaciones como la producción de baterías y grasas lubricantes de alta temperatura, pero está especialmente diseñado para su uso en procesos industriales y productos químicos.

D. Producción Mina

Como se aprecia en el gráfico 2, la producción de compuestos químicos de litio en el año 2022 fue predominantemente de carbonato de litio, representando el 63%,

seguido por el 34% de hidróxido de litio. El 3% restante se distribuyó entre cloruro de litio y otros compuestos.

Gráfico 2: Producción mina por compuesto químico

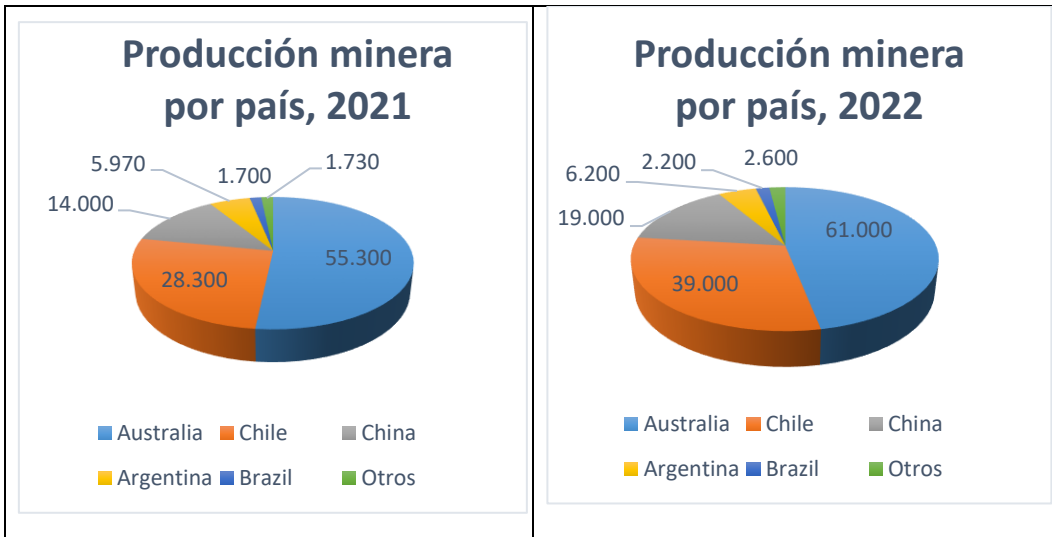


Fuente 7: Creación Propia en base a Cochilco, "El mercado del litio"

E. Producción minera de litio por país

Según los datos proporcionados por (USGS, 2023), la producción minera de litio experimentó cambios notables de 2021 a 2022. En 2021, Australia lideró la producción con 55,300 unidades, seguido por Chile con 28,300 unidades. China, Argentina y Brasil también contribuyeron, mientras que otros países aportaron 1,730 unidades. En 2022, la tendencia al alza continuó. Australia mantuvo su posición principal con un aumento significativo a 61,000 unidades, y Chile también registró un crecimiento considerable, alcanzando las 39,000 unidades. China, Argentina y Brasil también aumentaron su producción, reflejando un impulso global en la industria del litio. A pesar de las diferencias numéricas, la consistencia en el crecimiento entre los dos años sugiere una tendencia positiva y un interés continuo en la producción de litio a nivel mundial.

Gráfico 3: Producción mundial por país años 2021 y 2022

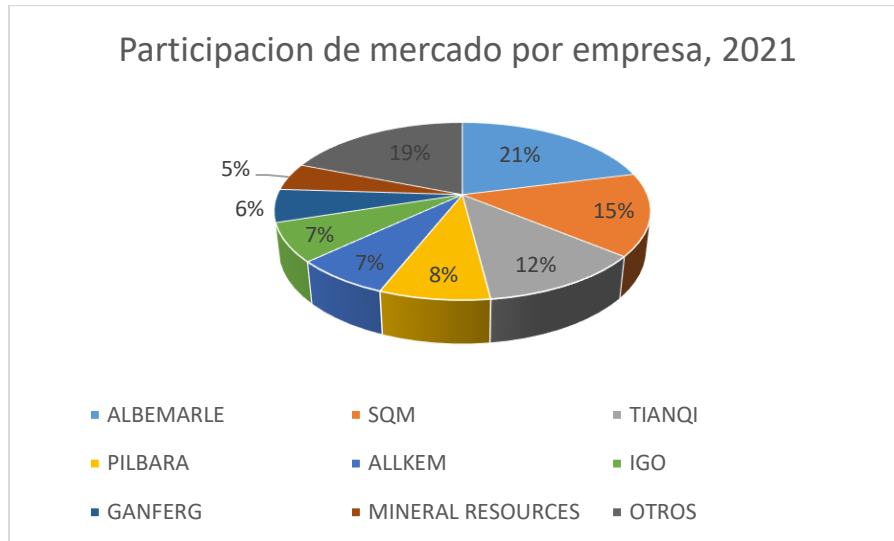


Fuente 8: Creación Propia en base a Cochilco, “El mercado del litio”

F. Participación de mercado por empresa

En el actual escenario de producción de litio, Albemarle lidera con un 21%, sustentado por su participación del 51% en Greenbushes en Australia y en el salar de Atacama. Le sigue SQM en la segunda posición con un 15%, seguido por Tianqi con un 12%. Pilbara tiene una posición notable con un 8%, mientras que otras empresas como Allkem, IGO, Ganfeng y Mineral Resources tienen participaciones que oscilan entre el 7% y el 5%. El 19% restante corresponde a otras compañías. Estos datos subrayan la distribución clave en la industria del litio, resaltando la importancia estratégica de estas empresas en el contexto del mercado global. (COCHILCO, El mercado del litio, 2023).

Gráfico 4: Producción mundial por país



Fuente 9: Creación Propia en base a Cochilco, “El mercado del litio”

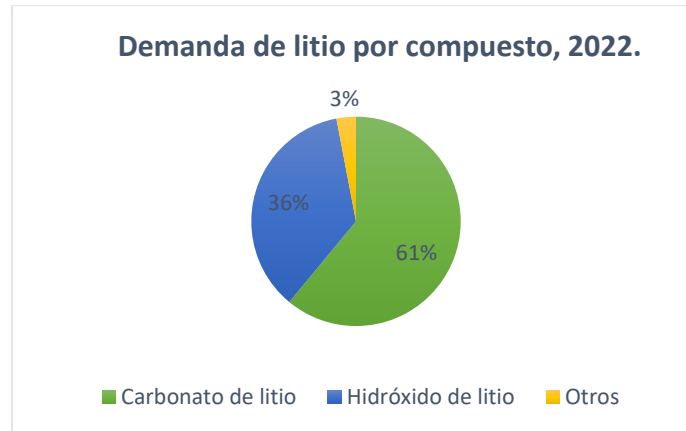
5.8.6. Análisis de la demanda

A. Demanda de litio por compuesto

La demanda de litio se segmentará según su composición química, destacando principalmente el Carbonato de litio, el Hidróxido de litio y otros, como el cloruro de litio, bromuro y metal de litio.

Basándonos en los datos proporcionados por COCHILCO en (COCHILCO, El mercado del litio, 2023) la demanda de litio por compuesto en el año 2022 se distribuye de la siguiente manera: el Carbonato de litio lidera como el producto más utilizado en la industria, representando el 61%. Le sigue el Hidróxido de litio, con un 36%, y se espera que su demanda supere la del carbonato en los próximos años debido a los efectos de la electromovilidad. Por último, se encuentran otros compuestos, entre los cuales se incluyen el cloruro de litio, bromuro y metal de litio.

Gráfico 5: Demanda de litio por compuesto

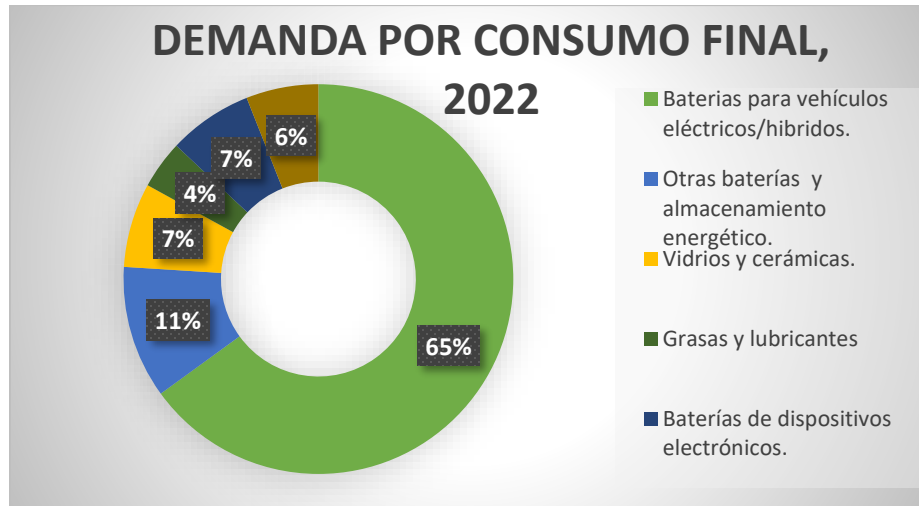


Fuente 10: Creación Propia en base a Cochilco, “El mercado del litio”

B. Demanda por uso final del litio según su industria

En el gráfico 6, se presenta una representación del consumo estimado de litio por uso final en el año 2022, utilizando los datos proporcionados por COCHILCO en (COCHILCO, El mercado del litio, 2023). Destaca que las baterías de ion-litio abarcan más del 80% del consumo total de litio, con un enfoque específico en las baterías de iones de litio destinadas a la industria automotriz, ya sean utilizadas en vehículos completamente eléctricos o híbridos, alcanzando un 65%. Otros tipos de baterías y almacenamiento energético constituyen el 11%, mientras que las baterías destinadas a dispositivos electrónicos como los celulares, tabletas, teléfonos, cámaras entre otros representan el 7%. Además, se observa que la industria de vidrios y cerámicas tiene un peso del 7%, las grasas y lubricantes de alta resistencia a la temperatura el 4%, y otros usos comprenden el 6%.

Gráfico 6: Demanda de litio por consumo final



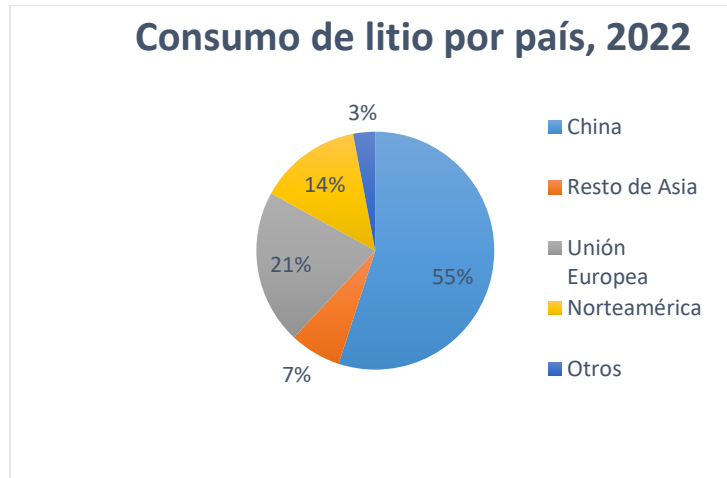
Fuente 11: Creación Propia en base a Cochilco, "El mercado del litio"

C. Demanda de litio por país

En el gráfico 7, se evidencia que China lidera el consumo mundial de litio, demandando más de la mitad de la producción global. Este fenómeno no es sorprendente, ya que China, respaldada por una decidida iniciativa política, ha impulsado durante años la fabricación y venta de vehículos eléctricos, consolidándose como uno de los principales proveedores en este sector. Además, el gigante asiático alberga empresas que son los principales productores de baterías de litio a nivel mundial como lo son "CATL y BYD" (FUENTES, 2022).

Adicionalmente, se destaca una sólida demanda proveniente de otros países que albergan importantes industrias de vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos. En la segunda posición, la Unión Europea representa un 21% del consumo global de litio, seguida por Estados Unidos con un 14%. Otros países asiáticos, especialmente Corea del Sur y Japón, contribuyen con un 7%. La distribución restante del consumo de litio se reparte entre varias naciones. Este patrón subraya la creciente relevancia a nivel mundial del litio, impulsada principalmente por la transición hacia vehículos eléctricos y tecnologías de almacenamiento de energía (COCHILCO, El mercado del litio, 2023).

Gráfico 7: Consumo de litio por país



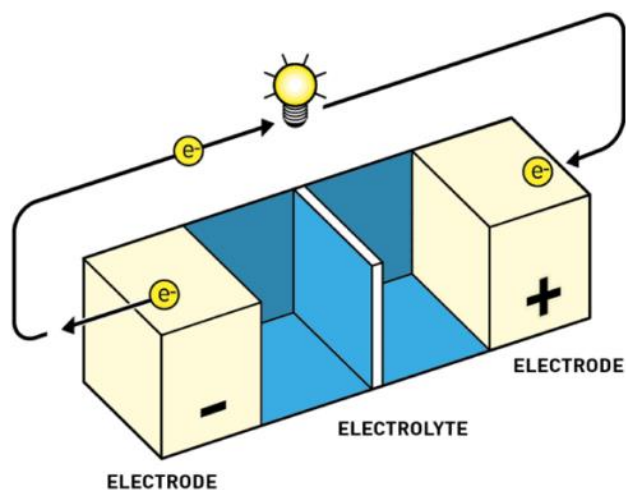
Fuente 12: Creación Propia en base a Cochilco, “El mercado del litio”

D. Baterías de ion-litio

El litio desempeña un papel fundamental en las baterías de ion-litio, donde los fabricantes suelen emplear carbonato de litio o hidróxido de litio. No obstante, estos dispositivos también requieren otros metales cruciales para su funcionamiento, como el cobalto, el grafito y el níquel (Culturacientífica, 2020).

Las baterías de ion-litio tienen un esquema fundamental, el cual se muestra en la Ilustración 3.

Ilustración 3: Cómo funcionan las baterías de litio.



Fuente 13: Cultura científica en: <https://culturacientifi>

- **Ánodo (Electrodo negativo):** En el ánodo, tiene lugar el proceso de oxidación, donde los iones de litio (Li^+) son liberados y se desplazan a través del electrolito hacia el cátodo. La oxidación en el ánodo implica la liberación de electrones, que fluyen a través del circuito externo, generando así corriente eléctrica (Culturacientífica, 2020).
- **Cátodo (Electrolito positivo):** En el cátodo, tiene lugar el proceso de reducción. Durante la descarga, los iones de litio que se desplazaron desde el ánodo hacia el cátodo se incorporan en la estructura del cátodo. Este proceso va acompañado por la aceptación de electrones desde el circuito externo, completando así el circuito eléctrico y generando corriente eléctrica (Culturacientífica, 2020).
- **Electrolito:** El electrolito actúa como una barrera que evita el contacto directo entre el ánodo y el cátodo para prevenir cortocircuitos. Este facilita el transporte de iones de litio y ayuda a mantener el equilibrio de carga en la celda (Culturacientífica, 2020).

El litio desempeña un papel crucial en los tres componentes principales de las baterías: el ánodo, el cátodo y el electrolito, siendo el cátodo el componente principal. Debido a esto, los fabricantes de baterías, especialmente para vehículos eléctricos, buscan optimizarlo en términos de eficiencia, costo, ciclo de vida, seguridad y autonomía (Fhsolarled, 2020).

Se han desarrollado varios tipos de cátodos, diferenciándose en sus contenidos metálicos y proporciones. Algunos de ellos incluyen (Fhsolarled, 2020):

- **Litio y óxido de cobalto (LCO):** Fabricadas con carbonato de litio y cobalto, se utilizan principalmente en dispositivos como teléfonos celulares, computadoras portátiles y cámaras. Sin embargo, presentan desventajas en cuanto a duración y estabilidad.
- **Níquel-Cobalto-Manganeso (NCM):** Estas baterías utilizan una combinación de níquel, cobalto y manganeso en el cátodo, buscando equilibrar densidad de energía, vida útil y costo. Son comunes en vehículos eléctricos y sistemas de almacenamiento de energía.

- **Níquel-Cobalto-Aluminio (NCA):** Similar a las NMC, estas baterías utilizan níquel, cobalto y óxido de aluminio en el cátodo. Aunque ofrecen un rendimiento notable, son menos seguras y más costosas, pero prometedoras en la industria de vehículos eléctricos.
- **Litio fosfato de hierro (LFP):** Utilizan fosfato de hierro y litio en el cátodo, destacándose por su seguridad, durabilidad y estabilidad térmica. Se emplean en vehículos eléctricos, sistemas de almacenamiento de energía y otras aplicaciones que requieren alta seguridad.
- **Óxido de Manganeso (LMO):** Las baterías con cátodos de óxido de manganeso tienden a ser más seguras que las de óxido de cobalto, aunque su densidad de energía suele ser menor. Se utilizan en aplicaciones donde la seguridad es prioritaria, como herramientas eléctricas y baterías de vehículos híbridos.

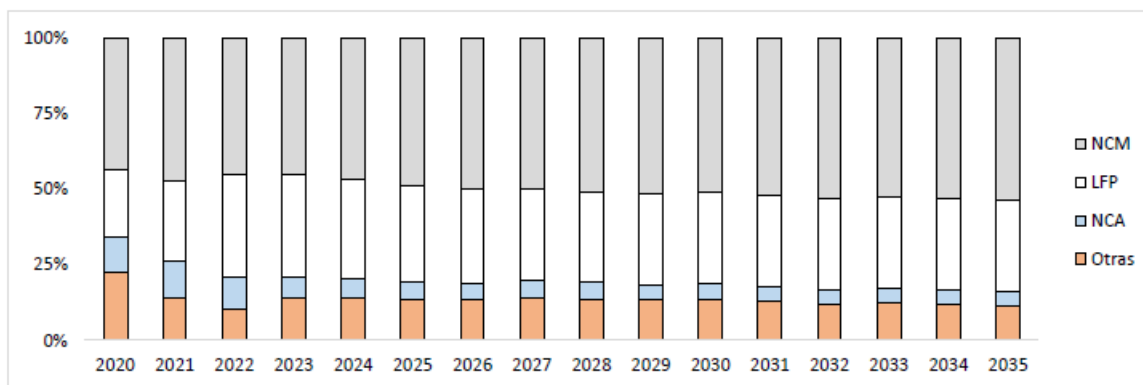
Una de las principales preocupaciones de los consumidores de vehículos eléctricos es la autonomía de estos. Por ende, los fabricantes de cátodos, centrados en el desarrollo de baterías de mayor rendimiento, están dando prioridad a la creación de cátodos con Níquel-Cobalto-Manganeso (NCM) o Níquel-Cobalto-Aluminio (NCA) en lugar de Litio fosfato de hierro (LFP) (Argusmedia, 2019).

Aunque los cátodos NCM y NCA ofrecen un rendimiento destacado, su contenido de níquel puede plantear problemas de estabilidad. Por ejemplo, las proporciones de 6 partes de níquel, 2 de cobalto y 2 de manganeso (6-2-2) requieren hidróxido de litio en lugar de carbonato de litio. Esto se debe a que con un 60% de níquel, el carbonato de litio puede dañar la estructura cristalina del cátodo y alterar el estado de oxidación del níquel. En contraste, el hidróxido de litio permite una síntesis rápida y completa a temperaturas más bajas, ofreciendo un mayor rendimiento y vida útil a la batería (Argusmedia, 2019).

Se espera que la producción de hidróxido de litio supere a la de carbonato de litio en los próximos 5 años, impulsada por los avances en las baterías de litio para vehículos eléctricos. Según el director de ventas de SQM, se prevé un aumento en la demanda de carbonato de litio del 10 al 14% de 2018 a 2027, mientras que la

demanda de hidróxido de litio se espera que crezca del 25 al 29% (Argusmedia, 2019).

Gráfico 8: Uso estimado de tecnologías de cátodo de tipo comercial y proyección hasta el año 2035



Fuente 14: Cochilco, "El mercado del litio"

5.8.7. Análisis del mercado del litio en Chile

A. Descripción de los derivados de litio exportados en Chile

En el mercado chileno se han exportado derivados de litio en 7 versiones diferentes. Este estudio se centrará solo en 4 de las 7 versiones de litio exportadas, debido a que entre estos 4 derivados representan un 99.8% del valor exportado. Para diferenciar a los derivados se utilizará el código arancelario el cual aparece en la tabla 4, junto con su nivel de pureza, en valor total exportado y el porcentaje del valor total exportado.

Tabla 4: Códigos arancelarios de los derivados del litio, nombre, valor total exportado y participación.

Código arancelario	Nombre	Nivel de pureza (superior o igual)	Valor exportado en miles de US\$	Porcentaje
28369130	Carbonato de litio 99.2%	99.2% Li ₂ CO ₃	5.815.911	47.0%
28369130	Demás carbonatos de litio	XX	5.302.201	42.8%

28252011	Hidróxido de litio 56.5%	56.5% LIOH	932.820	7.5%
28369140	Carbonato de litio 98.9%	98.9% LI ₂ CO ₃	314.933	2.5%
Total			12.365.865	99.8%

Fuente 15: Creación Propia, según la subsecretaría de relaciones económicas internacionales.

Los 3 códigos arancelarios restantes que no se analizaran en este estudio se ven reflejados en la tabla 5.

Tabla 5: Códigos arancelarios de los derivados del litio, nombre, valor total exportado y participación.

Código arancelario	Derivado	Nivel de pureza	Valor total exportado en miles de US\$	Porcentaje
28252019	Demás hidróxidos de litio	XX	17.047	0.1%
28252012	Hidróxido de litio 55%	55.0% LIOH	682	0.0%
25309020	Cloruro de litio	Pureza inferior o igual a 7%	17	0.0%

Fuente 16: Creación Propia en base a subsecretaría de relaciones económicas internacionales.

B. Valor total exportado por código arancelario

Como se observa en los gráficos 9 y 10, el valor total exportado por código arancelario se mantuvo relativamente constante hasta el año 2022, momento en el que experimentó el mayor incremento en la historia. Este aumento se atribuye principalmente a dos derivados: los "demás carbonatos" y el "carbonato de litio 99.2".

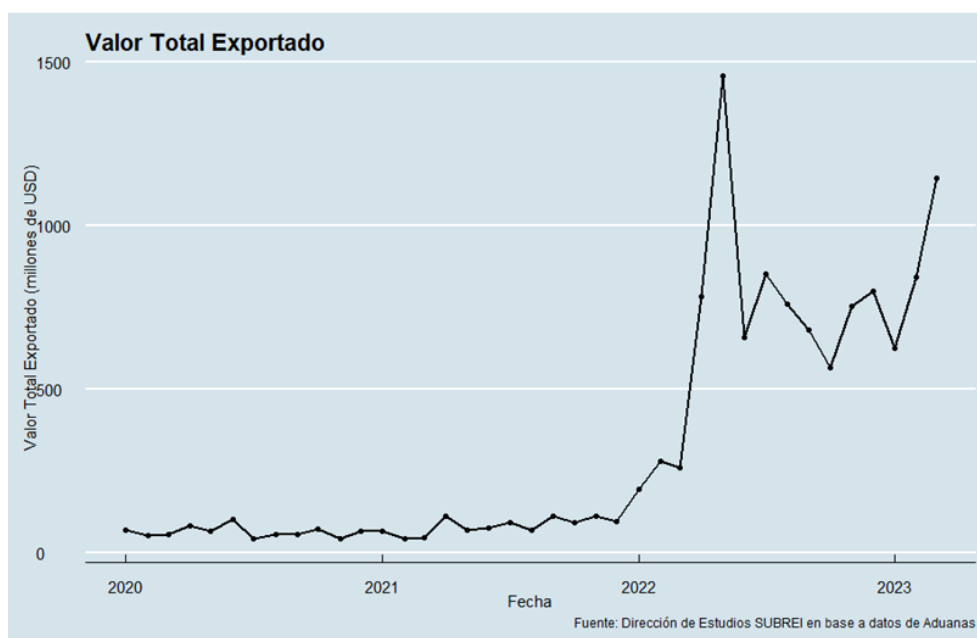
En noviembre de 2021, los "demás carbonatos" representaron un valor total exportado de US\$49 millones. Sin embargo, en mayo de 2022, este valor experimentó un notable aumento, alcanzando los US\$757 millones, impulsado por la incertidumbre generada debido a la escasez de litio. Para mayo de 2023, la

incertidumbre en torno al metal se mitigó, normalizando su precio a los US\$465 millones.

En cuanto al "carbonato de litio 99.2", su valor en noviembre de 2021 fue de US\$46 millones. En mayo de 2022, este valor se elevó significativamente a US\$669 millones, y para marzo de 2023, el precio se estabilizó en US\$472 millones tras la regularización del mercado.

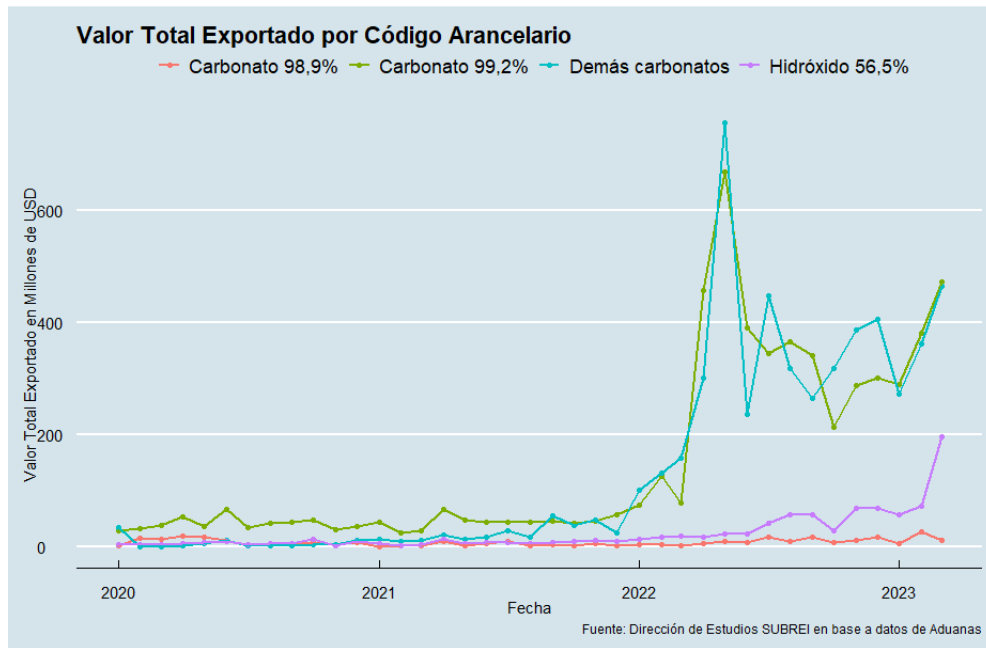
Respecto al gráfico 11, China lideró las exportaciones de litio, alcanzando su punto máximo en mayo de 2022 con un valor de US\$1.285 millones, que se regularizó en marzo de 2023 a US\$710 millones. En segundo lugar, Corea del Sur experimentó un significativo aumento en su valor total exportado, pasando de US\$37 millones en enero de 2022 a US\$318 millones en marzo de 2023. Estos dos países representaron conjuntamente el 90% del valor total exportado de litio en marzo de 2023.

Gráfico 9: Valor total exportado 2020-23



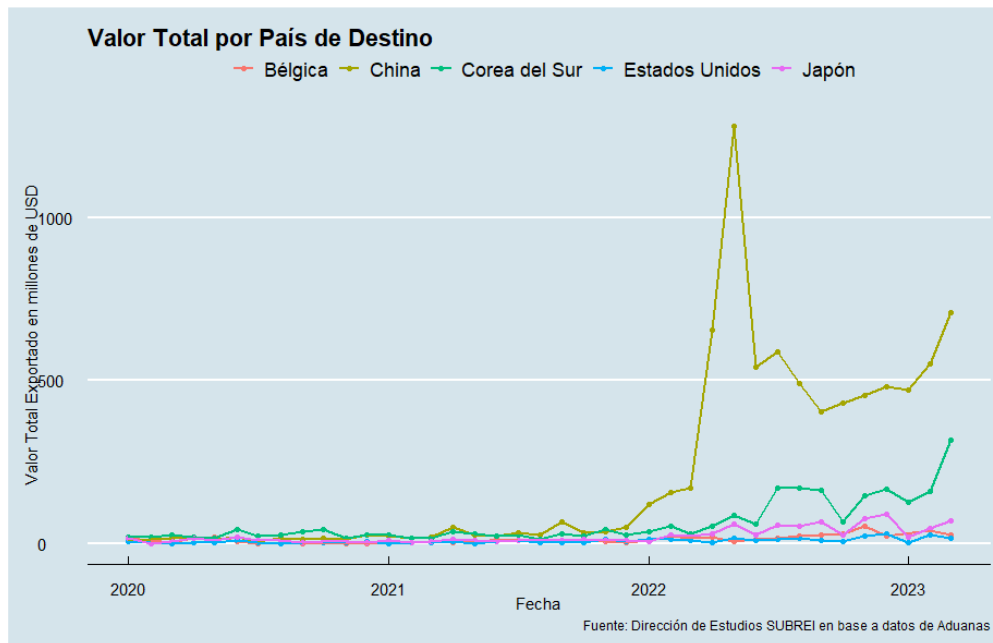
Fuente 17: Subsecretaría de relaciones económicas internacionales en: Radiografía del mercado del litio una perspectiva desde el comercio internacional.

Gráfico 10: Valor total exportado por código arancelario 2020-23



Fuente 18: Subsecretaría de relaciones económicas internacionales en: Radiografía del mercado del litio una perspectiva desde el comercio internacional.

Gráfico 11: Valor total exportado por país de destino



Fuente 19: Subsecretaría de relaciones económicas internacionales en: Radiografía del mercado del litio una perspectiva desde el comercio internacional.

C. Evolución del precio del litio por código arancelario

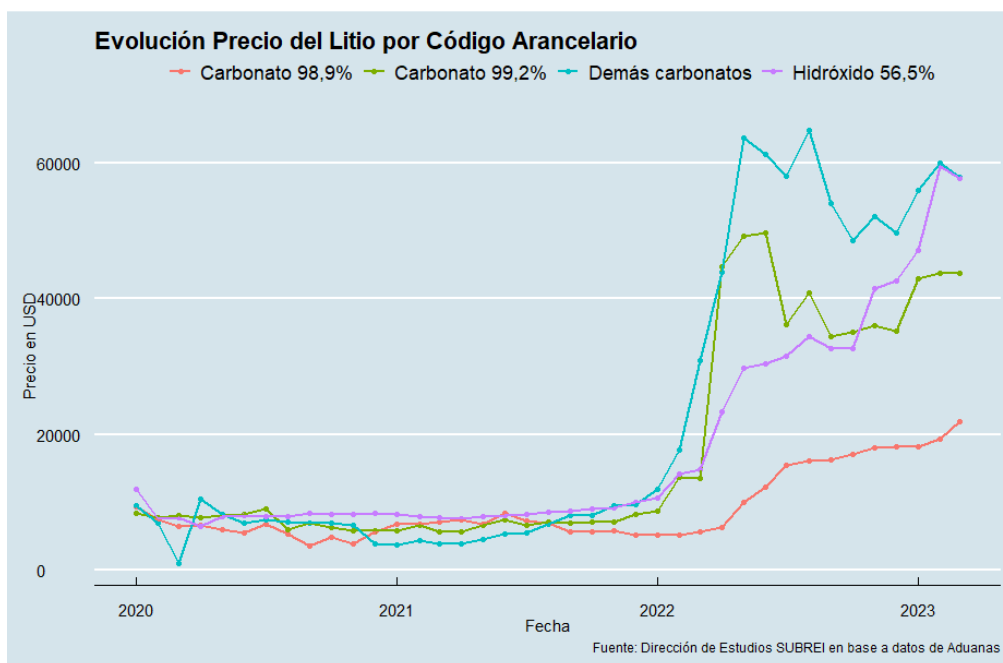
En los gráficos 10 y 11, se evidencia una notable estabilidad entre los años 2020 y 2021, sin variaciones significativas. Sin embargo, en junio de 2022, el precio del carbonato de litio 99.2 experimentó un marcado incremento, alcanzando los US\$49.718, mientras que, en agosto del mismo año, los demás carbonatos de litio llegaron a los US\$64.860.

A partir de estos picos, ambos productos experimentaron una disminución en sus precios hasta 2023, donde se registró una leve recuperación. En marzo de 2023, el carbonato de litio 99.2 y los demás carbonatos alcanzaron los US\$43.691 y US\$57.866, respectivamente.

En el caso del hidróxido de litio 56.5, experimentó un aumento ligeramente inferior al de los dos carbonatos mencionados anteriormente, y su disminución de precios también fue considerablemente más moderada. En enero de 2020, el hidróxido de litio 56.5 pasó de US\$12.006 a alcanzar un precio de US\$57.779 en marzo de 2023.

Por otro lado, el carbonato de litio 98.9, con un precio de US\$5.225 en enero de 2022, experimentó un aumento notable para marzo de 2023, llegando a los \$21.942.

Gráfico 12: Evolución del precio del litio por código arancelario



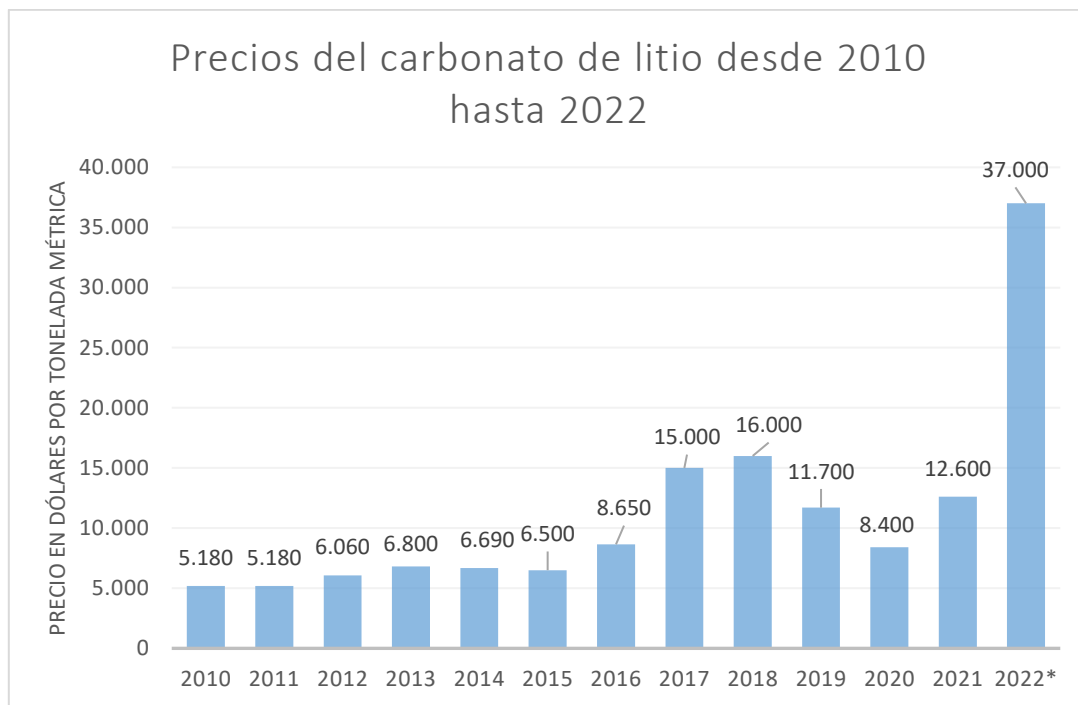
Fuente 20: Subsecretaría de relaciones económicas internacionales en: *Radiografía del mercado del litio una perspectiva desde el comercio internacional.*

5.8.8. Análisis de precios mundiales del carbonato de litio

A. Precios del carbonato de litio desde 2010 a 2022 en US\$

En el gráfico 15 se presentan los precios mundiales del carbonato de litio basándose en datos recopilados por Benchmark Minerals Intelligence y el U.S. Geological Survey. Se destaca una estabilidad en los precios desde 2010 hasta 2015, seguida por un leve incremento entre 2016 y 2018, seguido de una disminución hasta 2020. Aunque el aumento en el precio del litio en 2021 no es inusual, considerando que en años anteriores se habían registrado valores más altos, es en 2022 cuando el valor del carbonato de litio experimenta un notable ascenso, alcanzando su máximo histórico de US\$37,000 por tonelada métrica, en comparación con los US\$5,180 de 2010.

Gráfico 13: Precios del carbonato de litio desde 2010 a 2022 en US\$



Fuente 21: Creación Propia en base a Statista, US Geological Survey y Benchmark Minerals.

6. MARCO TEÓRICO DEL ESTADO DEL ARTE

El diseño del modelo teórico de investigación se estructura mediante un diagrama que establece el orden teórico para su desarrollo. Este proceso no solo establece la secuencia adecuada, sino que también identifica las distintas partes que conforman dicho modelo.

En este contexto, el diagrama proporciona una guía visual que resalta la disposición lógica de las fases del diseño del modelo teórico. Al mismo tiempo, cada parte del modelo es claramente señalada, permitiendo una comprensión detallada de su contribución al conjunto de la investigación.

Este enfoque metodológico no solo busca ordenar las etapas del proceso, sino también asegurar que cada componente del modelo teórico esté debidamente conceptualizado y conectado. De esta manera, se promueve una mayor claridad en la estructura general de la investigación, facilitando la comunicación de ideas y la comprensión del marco teórico establecido para el estudio.

Ilustración 4: Marco teórico del estado del arte



Fuente 22: Creación Propia

6.1. ¿Cómo se han planteado métodos y técnicas para solucionar mi problema de investigación?

- Se han propuesto diversos métodos y técnicas para abordar la creación de proyecciones de demanda en la industria del litio en condiciones de incertidumbre. Estos incluyen revisiones exhaustivas de la literatura, enfocándose en estudios que aborden la incertidumbre en las proyecciones de demanda. Se han considerado métodos tradicionales como el análisis de tendencias históricas, modelos econométricos y técnicas de inteligencia artificial, adaptándolos al contexto específico del litio. Además, se ha explorado el uso de enfoques cualitativos, como análisis de expertos, y la integración de la evaluación de riesgos para cuantificar la incertidumbre.

6.2. ¿Cómo teóricamente solucionaré mi problema de investigación?

6.2.1. Análisis PESTEL

El análisis PESTEL se destaca como una herramienta esencial en el estudio de mercado, particularmente para la evaluación de negocios. Su función principal radica en comprender el crecimiento o declive de un mercado, lo que a su vez permite determinar la posición y dirección estratégica de un negocio. Este enfoque se centra en la identificación de factores externos que inciden en una empresa u organismo, con el propósito de proporcionar una comprensión profunda del entorno operativo de la organización. El análisis PESTEL abarca dimensiones fundamentales: antecedentes políticos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales. Los factores que componen este análisis son:

- **Políticos:** Se refiere a los aspectos relacionados con el entorno político en el que opera la empresa, incluyendo políticas gubernamentales, estabilidad política, regulaciones, leyes, impuestos y relaciones internacionales. Cambios en la legislación o en el gobierno pueden tener un impacto significativo en las operaciones de una empresa.

- **Económicos:** Involucran cambios en la normativa fiscal, crisis económicas, inflación, tipos de cambio e interés, así como la tasa de empleo. Estos son factores externos que afectan a una empresa.
- **Sociales:** Se refiere a los aspectos socioculturales que pueden afectar a una empresa, como tendencias demográficas, cambios en el comportamiento del consumidor, valores culturales, actitudes hacia la sostenibilidad y cuestiones sociales. Comprender estos factores es crucial para adaptar productos y estrategias de marketing a las preferencias del público objetivo.
- **Tecnológicos:** Incluyen factores relacionados con la tecnología y la innovación, como avances tecnológicos, tasas de adopción tecnológica, investigación y desarrollo, automatización y cambios en la infraestructura tecnológica. Las empresas deben adaptarse a las tendencias tecnológicas para mantener su competitividad.
- **Ambientales:** Se refiere a los factores ambientales y sostenibles que pueden afectar a una empresa, abarcando regulaciones ambientales, cambio climático, sostenibilidad, gestión de residuos y la percepción pública sobre cuestiones medioambientales. Las empresas están cada vez más presionadas para adoptar prácticas sostenibles.
- **Legales:** Involucran factores legales que afectan a la empresa, como regulaciones laborales, normativas de seguridad, leyes de competencia, propiedad intelectual, litigios y otros aspectos legales. Las empresas deben operar dentro de un marco legal establecido y adaptarse a cambios en las leyes y regulaciones.

6.2.2. Análisis FODA

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta esencial en la formulación de estrategias empresariales. Su objetivo principal es evaluar tanto los factores internos como externos que pueden influir en el desempeño de una empresa. Este enfoque se centra en identificar y analizar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la organización, proporcionando una visión integral de su situación competitiva y permitiendo la toma de decisiones informada.

- **Fortalezas**

Las fortalezas son los aspectos internos positivos que distinguen a una empresa y le otorgan ventajas competitivas. Estas pueden incluir recursos sólidos, capacidades distintivas, una sólida reputación de marca, tecnología avanzada, talento humano capacitado, eficiencia operativa y otros factores internos que contribuyen al éxito de la empresa.

- **Oportunidades**

Las oportunidades representan factores externos positivos que una empresa puede aprovechar para su beneficio. Estos pueden incluir tendencias de mercado favorables, cambios en la demanda del consumidor, avances tecnológicos, oportunidades de expansión geográfica, colaboraciones estratégicas y otros elementos del entorno que pueden generar crecimiento y desarrollo para la empresa.

- **Debilidades**

Las debilidades son aspectos internos que colocan a la empresa en desventaja frente a la competencia. Estas pueden incluir deficiencias en la gestión, falta de recursos clave, procesos operativos ineficientes, problemas de calidad, vulnerabilidades en la cadena de suministro y otros factores internos que pueden obstaculizar el rendimiento de la empresa.

- **Amenazas**

Las amenazas son factores externos que representan desafíos y riesgos para la empresa. Pueden incluir competencia intensa, cambios en las regulaciones gubernamentales, crisis económicas, fluctuaciones en los precios de los insumos, avances tecnológicos de la competencia y otros elementos del entorno que pueden impactar negativamente en el desempeño de la empresa.

6.2.3. Construcción de base de datos

La información clave para este estudio se obtendrá de la comisión chilena del cobre COCHILCO y la plataforma de estadísticas Statista, donde se recopilarán datos esenciales relacionados con la oferta y demanda global de litio. Este conjunto de

datos incluirá aspectos fundamentales, tales como la oferta y la demanda del litio a nivel mundial, así como detalles precisos sobre precios, componentes y baterías de litio. Con estos datos recopilados, se procederá a desarrollar los escenarios futuros.

- **Statista:** es un portal de estadísticas y datos de mercado en línea que proporciona acceso a una amplia gama de estadísticas, informes de mercado, estudios de investigación y datos relacionados con diversas industrias y temas. Fundada en 2007, Statista se ha convertido en una plataforma popular para profesionales, investigadores, estudiantes y cualquier persona interesada en obtener información estadística confiable y actualizada.

6.2.4.Desarrollar proyecciones de la oferta y demanda mundial

Para elaborar las proyecciones de oferta y demanda a nivel mundial, se emplearán las bases de datos previamente compiladas. Dichas proyecciones se enfocarán exclusivamente en dos derivados del litio, ya que estos productos representan la mayor proporción tanto en ventas como en producción a nivel global. Estos derivados específicos son el carbonato de litio y el hidróxido de litio.

Se llevará a cabo una proyección individualizada de la oferta y la demanda para cada uno de estos derivados. Con el objetivo de realizar un análisis más exhaustivo, se generarán gráficos que presentarán de manera conjunta la oferta y demanda de ambos productos. Este enfoque permitirá mejorar las estimaciones, especialmente en relación con la situación en Chile.

6.2.5.Crear escenarios futuros en base a análisis PESTEL, análisis FODA y como complemento proyecciones de oferta y demanda mundiales

Para desarrollar los escenarios futuros de la industria del litio en Chile, se llevará a cabo un enfoque integral. En una primera etapa, se emplearán análisis previamente efectuados, específicamente el PESTEL y el FODA. Estos análisis permitirán una comprensión profunda de las variables externas e internas que afectan a la industria del litio en Chile, proporcionando así una base sólida para la definición de escenarios claros.

En una segunda fase, se realizará un análisis detallado de las proyecciones de oferta y demanda a nivel mundial. Este análisis buscará determinar la viabilidad de que Chile dedique recursos y esfuerzos a modificar el marco normativo y la creación de nuevos proyectos, considerando el impacto potencial en los frágiles salares.

Con base en estos análisis, se desarrollarán tres escenarios futuros. El primero será pesimista, donde se contemplará una situación en la cual Chile pierda todas sus fortalezas y oportunidades frente a la competencia, evidenciando debilidades y amenazas. El segundo escenario será moderado, representando una realidad en la cual Chile no realiza grandes esfuerzos y no aprovecha plenamente el auge que tiene ante sí. Finalmente, el tercer escenario será optimista, visualizando un panorama en el cual Chile capitaliza sus fortalezas y oportunidades, contribuyendo al crecimiento económico y a un mundo más sostenible, con reducción de emisiones contaminantes.

6.3. ¿Cuál puede ser mi aporte al estado del arte?

El aporte significativo al estado del arte que se llevará a cabo en esta investigación se centra en realizar un análisis integral de la industria del litio, proporcionando un contexto completo de la misma.

Se abordará la incertidumbre inherente a la industria del litio en Chile. Se identificarán y evaluarán los factores externos e internos del país. Este enfoque permitirá comprender mejor los escenarios posibles y sus implicaciones en el desarrollo de la industria del litio en Chile.

En segundo lugar, se pretende desarrollar proyecciones de oferta y demanda mundiales hasta el año 2035. Este análisis considerará factores cruciales como la electromovilidad, las tendencias globales y las regulaciones gubernamentales, con el objetivo de proporcionar estimaciones detalladas y exactas sobre la demanda futura de litio en el país.

En tercer lugar, se llevarán a cabo escenarios futuros basados en las metodologías previamente aplicadas. Estos análisis generarán tres escenarios específicos para Chile, reflejando cómo la incertidumbre en la industria impactará al país y cómo Chile aprovechará el auge del mineral.

7. PROPUESTA METODOLÓGICA

En este capítulo, se detallarán las diversas etapas que están previstas para llevar a cabo la investigación, con el propósito de alcanzar cada uno de los objetivos específicos propuestos. Para abordar de manera efectiva este estudio multidimensional, se ha diseñado una carta Gantt que guiará el desarrollo del estudio y determina la duración de cada una de estas etapas.

Paso 1: Sistematización de los antecedentes bibliométricos

En esta primera etapa, se llevará a cabo una exhaustiva investigación de la industria del litio y se recopilarán antecedentes bibliográficos relevantes para el estudio. Los conocimientos obtenidos se sistematizarán en una tabla en formato Excel con aproximadamente 40 filas. Estos datos se organizarán en fichas bibliométricas que se adjuntarán en los anexos de la investigación.

Duración: 3 semanas

Paso 2: Contexto de la industria del litio

En el segundo paso, se contextualizará y describirá el litio y su industria en Chile, abordando su origen, composición química y una línea de tiempo que resalte los momentos históricos clave en la gobernanza del litio en el país, así como el análisis de la oferta y demanda del metal.

Duración: 2 semanas

Paso 3: Análisis de la oferta y demanda del litio

Con el propósito de realizar un estudio más exhaustivo y brindar una contextualización más completa, en esta fase se llevará a cabo un análisis detallado y una descripción pormenorizada de la oferta y la demanda de litio.

Duración: 2 semanas

Paso 4: Redacción del Marco Teórico

En esta fase, se seleccionarán los conceptos e ideas clave de la tabla de Excel, donde se procederá a redactar el marco teórico que respalde la investigación.

Duración: 1 semanas

Paso 5: Metodología de trabajo

En esta etapa se construirá un itinerario de los principales pasos metodológicos que se deben articular para desarrollar la metodología de trabajo, estableciendo los tiempos de duración para cada una de las etapas.

Duración: 1 semanas

Paso 6: Análisis PESTEL

En este paso, se realizará un análisis Pestel. Este análisis se hará con el fin de hacer un análisis externo de la industria del litio e identificar variables críticas relevantes para el estudio.

Duración: 1 semanas

Paso 7: Análisis FODA de la industria del litio en Chile

En esta etapa, se llevará a cabo un análisis FODA de la industria del litio en Chile. Este análisis comprenderá tanto aspectos internos como externos, con el objetivo de diagnosticar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrenta la industria en el contexto actual.

Duración: 1 semanas

Paso 8: Construcción de base de datos

En esta etapa, se procederá a la construcción de la base de datos que se empleará en la formulación de los escenarios futuros propuestos en el estudio. La información para la creación de la base de datos se recopilará de fuentes confiables, como Cochilco a través de su portal de transparencia y el portal estadístico Statista.

Duración: 2 semanas

Paso 9: Proyecciones de oferta y demanda mundiales

Una vez finalizada la recopilación de la base de datos, se procederá a realizar proyecciones de la oferta y demanda mundial en la industria del litio. Estas proyecciones se centrarán específicamente en dos derivados: el carbonato de

litio y el hidróxido de litio, ya que son los que concentran la mayor proporción de ventas en el mercado y son los derivados en los cuales se enfoca el estudio.

Duración: 2 semanas

Escenarios futuros de la industria del litio en Chile.

En esta fase, se diseñarán tres escenarios futuros para la industria del litio, basándonos en los análisis previamente elaborados y las proyecciones realizadas. Estos escenarios se clasificarán en pesimista, moderado y optimista, ofreciendo así una visión completa y matizada de las posibles trayectorias que podría seguir la industria del litio en el futuro.

Duración: 2 semanas

Paso 10: Descripción de los resultados obtenidos

Una vez concluidos todos los pasos de la aplicación metodológica, se procederá a describir y explicar detalladamente los resultados obtenidos, poniendo especial énfasis en cómo la incertidumbre actual impactará en la industria del litio.

Duración: 1 semana

Paso 11: Redacción de la conclusión

En esta fase, con el estudio concluido, se inicia la fase de conclusión de la investigación, destacando especialmente cómo la incertidumbre que afecta al mercado del litio tendrá repercusiones en la industria chilena.

Duración: 1 semana

Paso 12: Recomendaciones del estudio

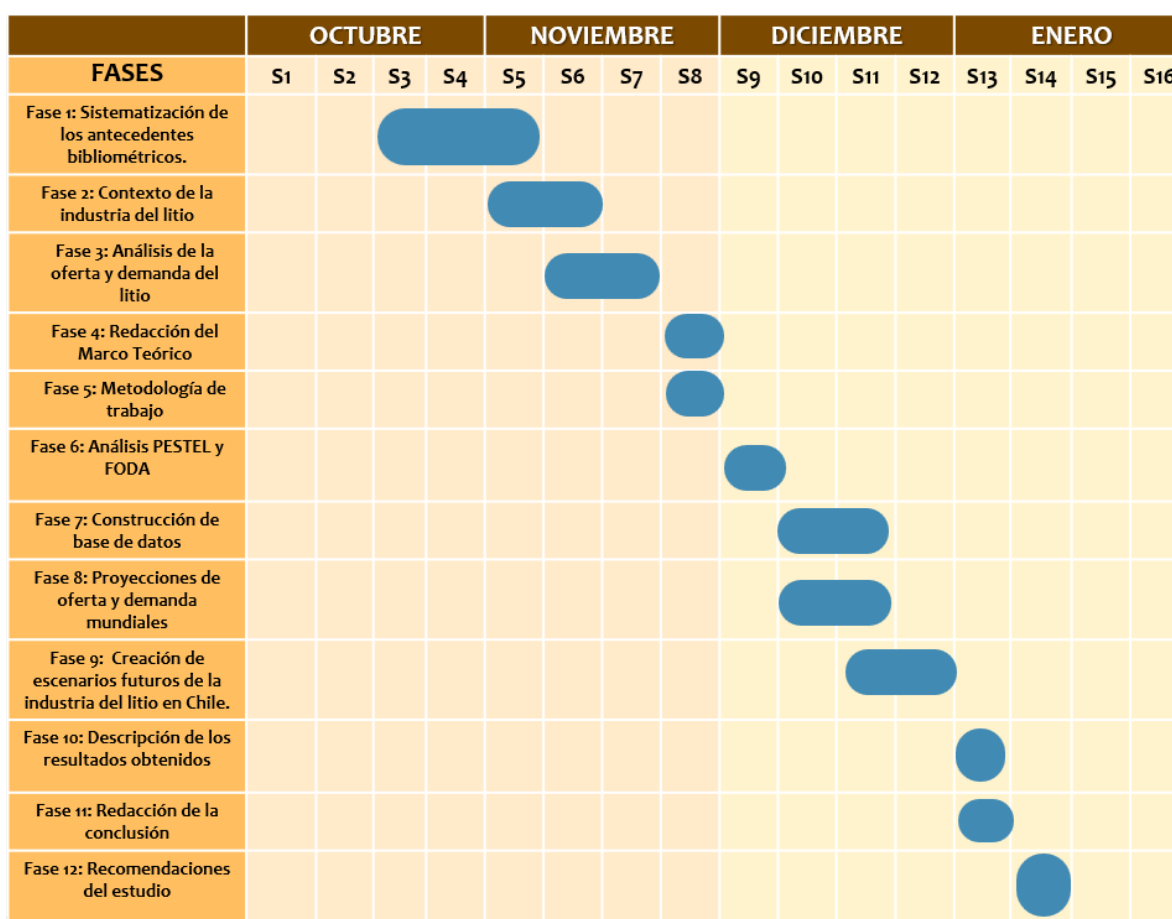
En esta etapa, al concluir la investigación, se inician las recomendaciones del estudio, dirigidas específicamente a la industria del litio en Chile. Se explorarán estrategias para mejorar y capitalizar las oportunidades surgidas en este auge.

Duración: 1 semana

7.1. Carta Gantt

Con el fin de abordar eficazmente este estudio multidimensional, se ha elaborado una planificación detallada a través de una carta Gantt, donde cada fase está alineada con categorías específicas. Esta estrategia garantiza la ejecución ordenada de tareas, mejora la gestión del tiempo y recursos, y facilita la evaluación del progreso, convirtiendo la carta Gantt en una herramienta esencial para el éxito de la investigación.

Ilustración 5: Carta Gantt



Fuente 23: Creación Propia

8. APLICACIÓN DE METODOLÓGICA ESPECÍFICA

En el capítulo 8, se abordará el desarrollo de la aplicación metodológica, dando inicio con la séptima etapa. Las fases previas se centraron en la revisión bibliográfica, que implica recopilar informes, noticias, bases de datos y estadísticas destinadas a respaldar el estudio. Posteriormente, se llevó a cabo el análisis del sujeto de estudio, que consiste en una descripción integral de la industria del litio. Esta descripción incluye un desglose detallado que distingue entre la oferta y la demanda, contribuyendo así a una comprensión más profunda de la industria en su conjunto.

8.1. Análisis PESTEL de la industria del litio en Chile.

Iniciando con la aplicación metodológica, se procede con un análisis PESTEL centrado en la industria del litio en Chile. Este análisis tiene como objetivo examinar los factores externos que afectan a la industria y considerar cómo podrían repercutir en ella en un futuro cercano.

8.1.1. Factores políticos

Chile destaca a nivel mundial como una potencia líder en América Latina, reconocida por su economía estable, instituciones sólidas y una política económica abierta. Además, el país cuenta con abundantes recursos naturales, incluyendo el cobre, el litio y, más recientemente, ha destacado en la producción de energías renovables como el hidrógeno verde. A pesar de estas fortalezas, Chile ha enfrentado desafíos significativos en términos de gobernabilidad e inestabilidad política en los últimos años, impactando considerablemente en su desarrollo.

Entre los acontecimientos más relevantes que han dejado una huella significativa destacan el estallido social de 2019, la crisis sanitaria del COVID-19, la problemática inflacionaria, el cambio de administración gubernamental y los resultados de dos referendos que rechazaron la iniciativa de un nuevo acuerdo constituyente.

Frente a estos sucesos el informe de política monetaria (IPOM) de diciembre de 2023, ha reflejado resultados positivos. La inflación ha retrocedido frente a los desequilibrios macroeconómicos, la demanda agregada se ha normalizado y se ha experimentado un alivio en los costos derivados de shocks ocurridos en años anteriores.

En el ámbito político, la aprobación del presidente en noviembre de 2023 se cifra en un 33%. Su apoyo encuentra raíces sólidas principalmente entre aquellos que respaldan los derechos laborales, los derechos de los animales, la preservación del medio ambiente y la lucha contra el racismo. No obstante, el descontento más notable con el presidente se ha manifestado en relación

con el incremento de la delincuencia y la percepción de falta de seguridad en las calles.

En el ámbito del litio, previo a su auge, se realizaron intentos para aprovechar este recurso. Durante el gobierno de Sebastián Piñera en 2012, se abrió una licitación de contratos CEOL para la explotación de yacimientos, pero este intento resultó en fracaso. En 2014, durante el gobierno de Michelle Bachelet, se creó la Comisión Nacional del Litio (CNL) para evaluar el uso del litio y desarrollar una política de industria sustentable.

El presidente Gabriel Boric, quien asumió la presidencia en marzo de 2022 junto con su gobierno ha respondido al auge del litio creando la Estrategia Nacional del Litio. Enfocada en el desarrollo sostenible, la estrategia incluye la creación de la Empresa Nacional del Litio, la protección de una red de salares equivalente a un 30% de la superficie total de salares del país, la modernización del marco institucional y la participación del Estado en la actividad productiva del Salar de Atacama.

Esta estrategia ha generado un notable interés tanto de empresas como de países a nivel mundial, quienes muestran disposición para invertir en Chile y participar activamente en el desarrollo de la industria del litio. Este respaldo evidencia el reconocimiento y apoyo a los objetivos delineados por el gobierno chileno (R).

En línea con esta estrategia, el gobierno de Chile ha tomado medidas concretas, seleccionando hasta la fecha a dos empresas para aprovechar y acceder a precios preferentes de productos de litio por el acuerdo establecido en los contratos de 2018 con Chile SQM Salar S.A hasta el año 2030 (Bonilla, 2020). Esta elección se basa en la cuidadosa evaluación de proyectos de inversión destinados a la elaboración de productos que den valor agregado en Chile, utilizando como insumo los productos de litio producidos por SQM en el país.

La primera empresa seleccionada en este proceso es la China BYD fabricante de automóviles eléctricos, con una cuota de 11.244 toneladas al año de carbonato de litio entregada por SQM S.A hasta 2030. BYD ha comprometido una inversión significativa de US\$290 millones para la construcción de una planta de procesamiento en Chile (V).

La segunda empresa designada como productor especializado de litio es la renombrada China Yongqing Technology Co. Ltd, con la propuesta denominada "Fase 1: Antofagasta Global Green Lithium Eco Industria Park. Planta de material catódico de fosfato ferroso de litio (LFP). Yongqing Technology accedera a 11.244 toneladas por año de carbonato de litio grado batería hasta la misma fecha de la primera seleccionada (PortalMinero).

- **Pacto fiscal**

El presidente Boric ha presentado un pacto fiscal que abarca 20 medidas para modernizar el estado y fortalecer la transparencia del gasto público. Además, incluye una agenda con 38 medidas para estimular la inversión, la producción y el crecimiento.

Entre las destacadas medidas del pacto se encuentra la aceleración del desarrollo de sectores con potencial de diversificación productiva. El objetivo es capitalizar las ventajas comparativas del país, particularmente en áreas clave como la minería, la industria del litio, el hidrógeno verde, las energías renovables, la economía digital y el turismo.

En cuanto a la industria del litio, se han establecido metas específicas de 3 a 4 nuevos proyectos en desarrollo. Estas metas están alineadas con la estrategia nacional del litio, que establece condiciones especiales para proyectos calificados como estratégicos.

8.1.2. Factores económicos

En los últimos años, Chile ha enfrentado diversas crisis y acontecimientos que han tenido un fuerte impacto en su economía, afectando indicadores como la inflación, el desempleo y el PIB. Hasta diciembre de 2023, se han evidenciado resultados positivos, superando a algunos países de la OCDE.

Inflación en Chile

La inflación en Chile se mantuvo relativamente estable desde 2010, alcanzando su punto más alto en octubre de 2014 con un 6.1%. No obstante, con la llegada de la pandemia, la inflación experimentó un aumento exponencial desde abril de 2021, alcanzando su pico del 14.1% en agosto de 2022.

Con el fin de la pandemia, la inflación comenzó a disminuir rápidamente, gracias al control ejercido por el banco central al aumentar las tasas de interés antes que otros países de la OCDE. Hasta noviembre de 2023, se ha logrado reducir la inflación al 4.8%, y las proyecciones del banco central indican que podría llegar al 3% en 2025.

Gráfico 14: IPC interanual Chile.



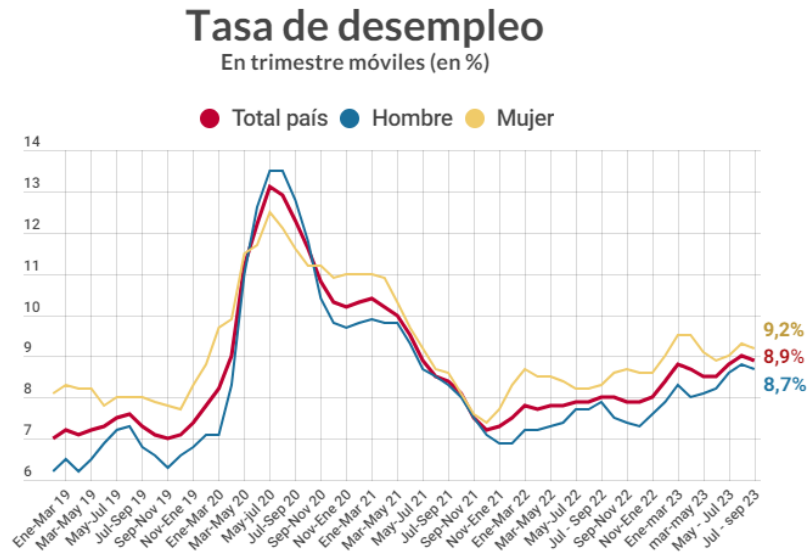
Fuente 24: Datosmacro.com

- **Desempleo en Chile: Impacto del Estallido Social y la Pandemia de COVID-19**

La tasa de desempleo en Chile, al igual que la tasa de inflación, experimentó un fuerte impacto debido al estallido social y la pandemia del COVID-19. Estas crisis provocaron un aumento significativo en el desempleo en Chile, como se refleja en el Gráfico 17. La tasa de desempleo pasó de un 7% en el trimestre sep-nov de 2019 a un máximo del 13.1% en el trimestre may-jul de 2020.

Con la superación de la pandemia y un nuevo gobierno en funciones, la tasa de desempleo se normalizó rápidamente, alcanzando un 7.2% en el trimestre oct-dic de 2021. En este punto, la tasa de desempleo regresó a niveles similares a los previos al inicio de la pandemia. Sin embargo, desde entonces, la tasa de desempleo ha experimentado un aumento progresivo, llegando al 8.9% en el trimestre jul-sep. de 2023.

Gráfico 15: Tasa de desempleo en trimestres móviles (en %)



Fuente 25: INE

Proyecciones del PIB en Chile

Según la información proporcionada en la Tabla 6 extraída del Informe del IPoM de diciembre, se anticipa un crecimiento nulo del PIB para el año 2023 en Chile. No obstante, las proyecciones para los años 2024 y 2025 presentan expectativas más alentadoras (Central, Informe de política monetaria, 2023).

Para el año 2024, se estiman tasas de crecimiento que oscilan entre el 1.25% y el 2.25%, reflejando un aumento gradual en la actividad económica. En cuanto al año 2025, las proyecciones son aún más optimistas, indicando un crecimiento del PIB del 2.3%. Estas previsiones sugieren una recuperación gradual de la economía chilena en los próximos años, según las evaluaciones realizadas por el IPoM.

Tabla 6: PIB

	2021	2022	2023 (f)		2024 (f)		2025 (f)	
			IPoM	IPoM	IPoM	IPoM	IPoM	IPoM
			Sep.23	Dic.23	Sep.23	Dic.23	Sep.23	Dic.23
PIB	11,7	2,4	-0,5 / 0,0	0,0	1,25 - 2,25	1,25 - 2,25	2,0 - 3,0	2,0 - 3,0

Fuente 26: IpoM diciembre 2023.

Rol del litio en el PIB minero

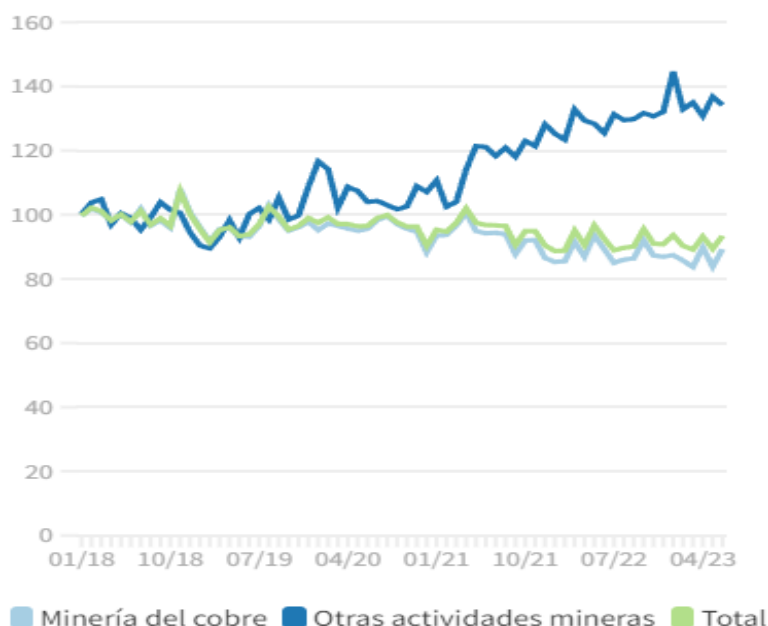
En lo que respecta al litio, su contribución al PIB minero, específicamente en otras actividades mineras, se puede observar en el Gráfico 18. Según los datos proporcionados, el PIB minero para el tercer trimestre de 2023 representó el 4.6% del total del PIB. Dentro de este contexto, el litio desempeña un papel significativo en la composición y dinámica de las actividades mineras, reflejando su importancia en la economía chilena.

Tabla 7: Producto interno bruto (PIB) Minero-resto

	2022				2023		
	I	II	III	IV	I	II	III
	(variación porcentual anual, en términos reales)						
Producto interno bruto (PIB)	7,5	5,2	0,2	-2,3	-0,7	-0,8	0,6
Minero	-5,4	-5,4	-5,3	-0,7	-0,2	-0,5	4,6
Resto	9,6	6,8	1,1	-2,4	-0,7	-0,8	-0,1

Fuente 27: Banco central.

Gráfico 16: Minería del Cobre y otras actividades mineras.



Fuente 28: Banco central.

8.1.3. Factores sociales

La población total de Chile, según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) basadas en el censo de 2017 y con referencia al 30 de junio de 2023, asciende a 19.960.889 personas. Se anticipa que para el año 2035, esta cifra aumentará a 21.137.769, distribuyéndose con un 50.7% de mujeres y un 49.3% de hombres (INE, 2023).

En cuanto a la distribución regional, se estima que 9 millones de habitantes residirán en la Región Metropolitana, consolidándose como la región más poblada del país. Le siguen la Región de Valparaíso con 2 millones y la del Biobío con 1.7 millones de habitantes (INE, 2023).

Según las mismas proyecciones para 2035, se espera que el 65% de la población se encuentre en el rango de edad entre 15 y 64 años, el 18.9% sea mayor de 65 años y el 16.1% sea menor de 15 años. En relación con la esperanza de vida, en 2019 era de 77.9 años para hombres y 83.4 años para mujeres, proyectándose un aumento para 2035 a 80.9 años y 86 años, respectivamente (INE, 2023).

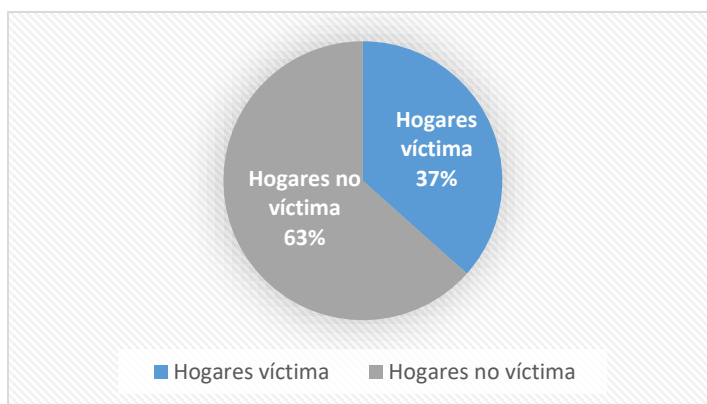
En cuanto a la tasa de migración internacional, se prevé una significativa disminución, pasando de 12.1 por cada mil habitantes en 2019 a 0.5 en 2035. Respecto al envejecimiento, para 2035 se proyecta que todas las regiones, a excepción de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, tendrán una proporción mayor de población mayor de 65 años que menor de 15 (INE, 2023).

- **Seguridad en Chile**

Según los datos recopilados por la Fundación Paz Ciudadana, la tasa de victimización, que refleja la proporción de hogares donde alguien que pernocta allí ha sido víctima de robo o intento, ha experimentado un aumento notable, pasando del 32.7% del año anterior a un 36.6% (ciudadana, 2023).

De manera preocupante, uno de cada tres afectados señala que el acto delictivo involucró violencia. Además, el 70% de los encuestados revela haber evitado ciertos lugares en determinadas horas debido al temor a la delincuencia.

Gráfico 17: Victimización en hogares.

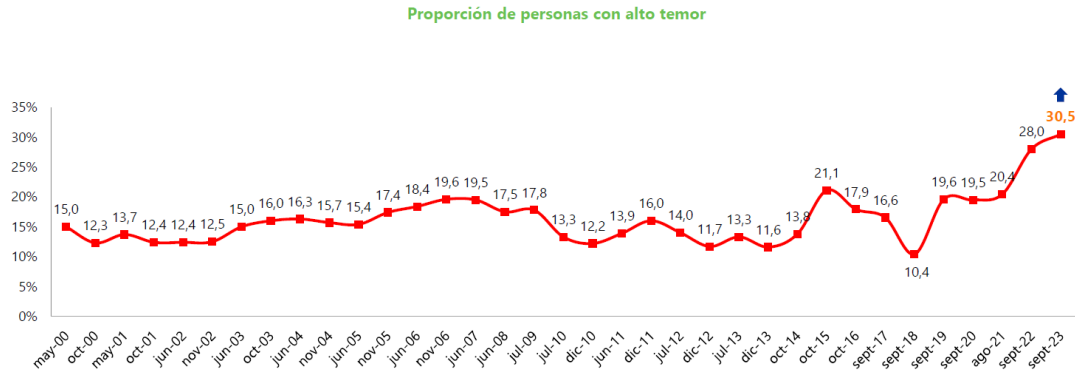


Fuente 29: Creación Propia en base a fundación paz ciudadana.

En relación con el temor al delito y la delincuencia entre los ciudadanos, se ha registrado un aumento significativo, alcanzando un preocupante 30.5%.

Este nivel representa la cifra más elevada observada en más de dos décadas de realización de la encuesta (*ciudadana, 2023*).

Gráfico 18: Proporción de personas con temor a la delincuencia.



Fuente 30: Fundación paz ciudadana.

Estos resultados plantean interrogantes sobre la percepción de seguridad en la sociedad y subrayan la necesidad de abordar las preocupaciones de los ciudadanos en relación con la delincuencia, no solo desde el punto de vista de la prevención, sino también considerando estrategias para restaurar la confianza y promover entornos más seguros.

- **Comunidades aledañas a los yacimientos de litio**

En las sociedades circundantes a los yacimientos de extracción de litio, las conversaciones han experimentado diversas evoluciones, abarcando desde iniciativas de colaboración como la generación de empleo, la implementación de planes de responsabilidad empresarial y la promoción del valor compartido bajo la lógica de la sustentabilidad. Sin embargo, coexisten también conflictos y controversias derivados de los impactos ambientales y socioculturales asociados a estas operaciones (Bonilla, 2020).

En particular, las empresas que explotan el Salar de Atacama, Albemarle y SQM, han establecido relaciones con las comunidades locales y los gobiernos regionales. Hasta el momento, no se ha registrado un conflicto abierto entre las mineras y las comunidades. Un factor clave es la inclusión de cláusulas en los contratos que comprometen a estas empresas a destinar recursos financieros anuales en apoyo a las comunidades y gobiernos regionales. Este enfoque contractual busca mitigar tensiones y fomentar una relación más equitativa y sostenible entre las empresas y las comunidades afectadas por la extracción de litio (Bonilla, 2020).

8.1.4. Factores tecnológicos

En la actualidad, se ha evidenciado que más allá de la simple acumulación de factores productivos, la clave para el desarrollo eficiente y competitivo de un país radica en la optimización de los procesos, alcanzada a través de la tecnología y el conocimiento. El progreso tecnológico se ha vuelto vital para impulsar un crecimiento más efectivo.

Un aspecto positivo que ha surgido en tiempos recientes, impulsado en parte por la pandemia, es la implementación forzada del trabajo en casa. Esto subraya la importancia crítica de la tecnología para agilizar procesos y mantener la continuidad de las operaciones en circunstancias desafiantes.

Además, la pandemia también destacó cómo los avances tecnológicos permitieron la creación de vacunas en tiempos récord, evidenciando la capacidad de la tecnología para catalizar mejoras significativas en la salud y responder de manera eficaz a desafíos globales. Estos ejemplos refuerzan la premisa de que el desarrollo tecnológico no solo impulsa la eficiencia en los procesos, sino que también contribuye de manera crucial a la resiliencia y la innovación en diversos sectores.

- **PIB y Ciencia en Chile**

Hasta el año 2020, Chile había experimentado una década sin cambios significativos en la inversión destinada a ciencia y tecnología. En comparación con la media de los países de la OCDE, cuya inversión en tecnología alcanza el 2.3% del PIB, Chile se mantenía rezagado con un modesto 0.2%, de los cuales el 0.16% provenía del sector privado, sumando un total del 0.36% del PIB en tecnología. La barrera del 0.4% nunca se ha superado (H, 2022).

A pesar de los avances significativos en ciencia, persisten carencias en algunos sectores de Chile. El aumento de la inversión se presenta como una oportunidad para abordar estas deficiencias, abriendo las puertas para potenciar la ciencia y la investigación en el país.

El gobierno del presidente Boric, al asumir la presidencia, priorizó el desarrollo en ciencia, tecnología e innovación, comprometiéndose a elevar la inversión al 1% del PIB al término de su mandato de cuatro años. En 2023, con el objetivo de alcanzar esta meta ambiciosa, se inyectaron US\$88 millones al presupuesto público, destinando 53 mil millones de pesos directamente al ministerio y el resto a proyectos relacionados. Este movimiento representa una inversión histórica que busca impulsar significativamente la capacidad científica y tecnológica de Chile (García).

- **El litio y sus aportes**

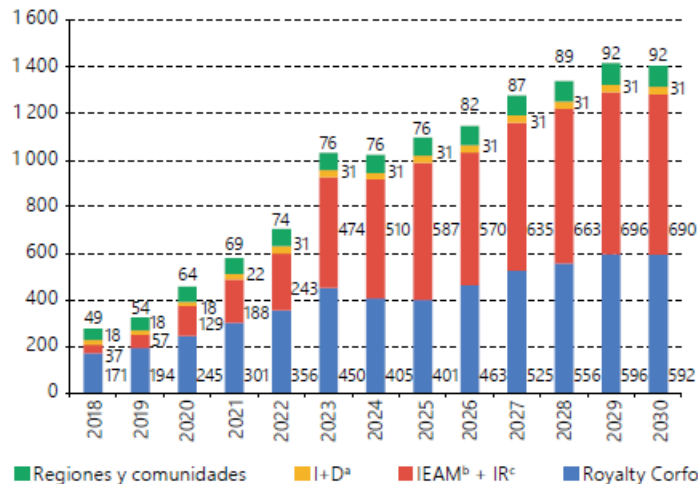
Después de las negociaciones con CORFO para obtener nuevas cuotas de extracción, tanto Albemarle como SQM han aceptado cláusulas contractuales que detallan compromisos financieros con gobiernos, comunidades e investigación y desarrollo (I+D). La Tabla 8 presenta una comparación detallada de las condiciones contractuales de ambas empresas, destacando especialmente los aportes destinados a I+D. Este análisis proporciona una visión integral de los compromisos asumidos por Albemarle y SQM en el marco de sus actividades de extracción de litio y su contribución al avance en investigación y desarrollo (Bonilla, 2020).

Tabla 8: Comparación de las condiciones de los contratos de Albemarle y SQM.

Conceptos	Albemarle	SQM
Cuota Extracción	Nueva de 262 132 tons. + remanente de 110 000 de la anterior cuota de 200 000	Nueva de 349 553 tons. + remanente de 64 816 de la anterior de 180 001
Extracción Salmuera y agua	Se mantienen en 442l/s t 23,5l/s	Se mantienen en 1500l/s y 240 l/s
Plazo	31-12-2043 (antes no fijado)	31-12-2030 (se mantiene)
Royalty (Pago Comisión)	6,8% a 40% por precio de Li. (antes no existía)	6,8% a 40% por precio de Li. (antes 5,8% fijo)
Aportes para I+D	Entre US\$6 y US\$12,4 millones (antes no existían)	Entre US\$10,7 y US\$ 18,9 millones (antes el 0,8% del 5,8%)
Incentivo al Valor Agregado	Hasta un 25% de la producción a precio preferente	Hasta un 25% de la producción a precio preferente
Comunidades	3,5% de las ventas	Entre US\$10 y US\$ 15 millones
Control y Fiscalización	Acceso a información operativa, financiera y ambiental	Acceso a información operativa, financiera y ambiental

Fuente 31: Rafael Poveda en “Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile”

Gráfico 19: Aportes de las empresas Albemarle y SQM por cláusulas de contrato



Fuente 32: Rafael Poveda en “Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile”

En septiembre de 2023, con el objetivo de aprovechar los salares y los beneficios que estos ofrecen, la Cámara Chilena de la Minería del Litio y la empresa MEKB

anunciaron la creación del primer Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Mineros Salar. Este proyecto se llevará a cabo en el Salar de Llamara, en un terreno de 50 hectáreas, implicando una inversión aproximada de US\$5 millones (chilena, 2023).

El propósito fundamental de este proyecto es llevar a cabo investigaciones para aprovechar todos los elementos presentes en estos salares. Además del litio, se ha identificado la presencia de otros 35 elementos de alto valor. El enfoque principal es desarrollar tecnologías y métodos para la extracción y utilización eficiente de estos elementos, contribuyendo así al avance científico y tecnológico en el ámbito de los recursos mineros salares (chilena, 2023).

8.1.5. Factores ambientales

Si bien el cambio climático es un fenómeno natural a largo plazo, desde el siglo XIX, la actividad humana, especialmente las emisiones de gases contaminantes derivadas de la quema de combustibles fósiles, ha exacerbado este fenómeno (Unidas). En la Unión Europea, el transporte, responsable de aproximadamente un cuarto de las emisiones en 2019, se destaca como uno de los principales contribuyentes, con el transporte en carretera representando el 71.7% de estas emisiones (Europeo).

La electromovilidad surge como una solución para combatir el cambio climático, transformando la forma en que nos movemos hacia un enfoque más sostenible y eficiente. Al utilizar electricidad en lugar de combustibles fósiles como fuente de energía, los vehículos eléctricos no generan emisiones de gases y partículas durante su funcionamiento, generando beneficios significativos como la mejora de la calidad del aire y la reducción de la contaminación.

Los automóviles eléctricos se alimentan principalmente de baterías de ion-litio, que desempeñan un papel fundamental en su funcionamiento. Aunque el litio está ampliamente distribuido en todo el mundo en diversos tipos de depósitos, como pegmatitas y salmueras, las mayores reservas económicamente viables y puras se encuentran en el llamado "Triángulo del Litio" en Sudamérica, específicamente en salares como el de Atacama en Chile y el de Uyuni en Bolivia. Sin embargo, la extracción de litio en estos ecosistemas frágiles plantea desafíos, ya que se necesitan enormes cantidades de agua, afectando tanto a los ecosistemas circundantes como a los agricultores locales, haciendo que este método de producción sea insostenible a largo plazo (D M.).

Además, el reciclaje de las baterías de litio, un componente esencial de la electromovilidad presenta desafíos significativos en términos de limpieza y ética ambiental. Aunque existen soluciones en fase embrionaria, el desarrollo de métodos efectivos y sostenibles de reciclaje sigue siendo un aspecto crítico para garantizar la viabilidad ambiental de la electromovilidad en el futuro (D M.).

8.1.6. Factores legales

En la Tabla 9, se evidencian algunos de los decretos de ley más relevantes que han delineado la industria del litio en Chile. Dentro de estos aspectos, se pueden identificar hechos significativos, como la actual concentración de la producción de litio en Chile en solo dos empresas, SQM y Albemarle. También se plantea la interrogante sobre la falta de nuevas concesiones para capitalizar el auge del litio y respaldar el crecimiento del país.

Estos decretos han sido fundamentales en la definición del panorama actual. Destacan su papel en la designación del litio como reservado para el Estado por razones de interés nacional, excluyendo pertenencias anteriores a 1979. Además, se establece un marco legal que condiciona actos jurídicos relacionados con materiales atómicos y litio, los cuales requieren la intervención de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) para su ejecución o autorización (*Lagos, El Desarrollo del Litio en Chile: 1984-2012, 2012*).

Es crucial subrayar que la mayoría de estos decretos fueron promulgados durante el periodo de dictadura en el país, siendo aprobados sin mayores contratiempos. Asimismo, estos documentos legales abordan aspectos que impactan directamente a Chile en 2023, como la pérdida de liderazgo en la producción mundial de litio frente a Australia. A pesar de contar con mayores reservas y un producto más fácil de producir y con mayor pureza, la comprensión de estos decretos es esencial para contextualizar las razones detrás de este declive (*Bonilla, 2020*).

Tabla 9: Aspectos legales del litio en Chile.

AÑO	DECRETO DE LEY	ARTÍCULOS DE LEY
1979	Ley N° 2.886	<p>Artículo 5: establece al litio reservado para el estado por razones de interés nacional, exceptuando pertenencias constituidas o iniciado el proceso de tramite antes del 1° de enero de 1979.</p> <p>Artículo 6: Sustituye el art 8 de la ley 16.319 por el siguiente: <i>"Por exigirlo el interés nacional, los materiales atómicos naturales y el litio extraídos y los concentrados, derivados y compuestos de aquéllos y éste, no podrán ser objeto de ninguna clase de actos jurídicos sino cuando ellos se ejecuten o celebren por la Comisión Chilena de Energía Nuclear, con ésta o con su autorización previa. Si la Comisión estimare conveniente otorgar la autorización, determinará a la vez las condiciones en que ella se concede. Salvo por causa prevista en el acto de otorgamiento, dicha</i></p>

		autorización no podrá ser modificada o extinguida por la Comisión ni renunciada por el interesado” (nacional, 1979)
1983	Ley N° 18.248	Artículo 7: se establece al litio no susceptible de concesión minera. Artículo 8: La exploración y explotación del litio podrá ejecutarse por el estado o empresas o concesiones administrativas o contratos especiales de operación. Artículo 9: Podrá constituirse concesión minera sobre las sustancias que acompañan al litio en un yacimiento. El estado podrá exigir la separación del litio sujeto a condiciones técnicas y económicas.
1965	Ley N°16.319	Artículo 1: Creación de la Comisión Chilena de Energía Nuclear. Artículo 2: Declara al litio como material de interés nuclear.

Fuente 33: Creación Propia según información obtenida de la Biblioteca del congreso nacional.

• Royalty minero

El 3 de agosto de 2023 el gobierno encabezado por el presidente Boric promulgo la ley del royalty minero luego de más de 4 años de tramitación, el cual establece un impuesto a los explotadores mineros, destinada a la gran minería precisando que no afectara a pequeños mineros, mineros artesanales ni pirquineros. La ley buscara recaudar a partir del año 2024, un 0.45% del PIB, equivalente a US\$1.350 millones (Chile, 2023).

Cabe destacar que el royalty minero antes de su aprobación fue un tema discutido por años debido a la incertidumbre alegando que bajaría la inversión en el país y ya no se querría invertir en Chile

Tabla 10: Concesión, impuesto a la renta y Royalty en otros países

País	Propiedad	Impuesto a la renta	Royalty
Argentina	Concesible	35%	3%
Australia	Concesible	30%	5%
Bolivia	No concesible	25%	12.5%

Canadá	Concesible	16.5%	10-16%
EE. UU.	No se requiere concesión	20%	--
Chile	No concesible	15-35%	No está claro aun

Fuente 34: Creación Propia según: "Regulación y mercado del litio, ministerio de minería"

8.1.7. Resumen Análisis PESTEL

Tabla 11: Evaluación Final, resumen análisis PESTEL.

Factores PESTEL	Conclusión	Grado de importancia
Políticos	Chile, aunque enfrenta desafíos políticos, destaca por su sólida estabilidad económica. La respuesta estratégica del presidente Boric al auge del litio ha atraído inversiones internacionales, especialmente de empresas chinas como BYD y Yongqing Technology, que buscan generar valor agregado al litio a través de proyectos en el país. La implementación de la Estrategia Nacional del Litio demuestra el compromiso del gobierno con el desarrollo sostenible, incluyendo la creación de la Empresa Nacional del Litio y la protección de salares. Además, la propuesta del pacto fiscal destaca las ventajas comparativas de Chile, con metas concretas, como la creación de 3 a 4 proyectos en desarrollo, subrayando la importancia estratégica del litio en la diversificación y el crecimiento económico.	20% La estabilidad política en Chile es fundamental para atraer inversiones y garantizar un entorno propicio para el desarrollo de la industria del litio. La respuesta estratégica del presidente Boric y la implementación de la Estrategia Nacional del Litio demuestran un compromiso gubernamental que impacta directamente en la dirección y el éxito de la industria.
Económicos	Chile ha superado desafíos económicos notables en los últimos años, enfrentando crisis como el estallido social y la pandemia del COVID-19. Aunque la inflación experimentó un aumento significativo durante la	15% Aunque la economía chilena ha superado desafíos recientes, la situación económica general aún tiene un

pandemia, el control ejercido por el banco central permitió reducirla al 4.8% en noviembre de 2023, con proyecciones optimistas para el 2025. La tasa de desempleo, afectada por estas crisis, se normalizó tras la superación de la pandemia y la entrada de un nuevo gobierno, pero ha experimentado un aumento progresivo, alcanzando el 8.9% en el tercer trimestre de 2023. En cuanto al PIB, se anticipa un crecimiento nulo en 2023, pero las proyecciones para 2024 y 2025 indican un aumento gradual, reflejando una recuperación económica. En este contexto, el litio desempeña un papel significativo, contribuyendo al 4.6% del PIB minero en el tercer trimestre de 2023 y destacando su importancia en la economía chilena.

impacto significativo en la industria del litio. El papel del litio en el PIB minero y su contribución al crecimiento económico son factores clave para considerar en la planificación futura.

Sociales

Las proyecciones demográficas revelan un crecimiento poblacional en Chile hacia 2035. No obstante, la seguridad ciudadana presenta desafíos notables, con un aumento significativo en la tasa de victimización y un preocupante incremento en el temor al delito. Paralelamente, las comunidades cercanas a los yacimientos de litio experimentan dinámicas mixtas, desde iniciativas colaborativas hasta conflictos derivados de impactos ambientales y socioculturales. La interacción entre empresas como Albemarle y SQM con estas comunidades, mediada por cláusulas contractuales, busca mantener relaciones equitativas y sostenibles. Estos aspectos resaltan la necesidad de abordar tanto las preocupaciones demográficas como los desafíos específicos de seguridad y la interacción comunitaria con actividades extractivas para promover un desarrollo integral y sostenible.

12.5%

La dinámica de las comunidades cercanas a los yacimientos de litio y las interacciones con las empresas extractoras son fundamentales para conseguir relaciones equitativas y sostenibles en el tiempo.

Tecnológicos

La tecnología es de vital importancia para el desarrollo eficiente de un país, esto se evidencia por la optimización de procesos y la respuesta exitosa a desafíos, como la implementación del trabajo remoto durante la pandemia y la rápida creación de vacunas. En el contexto específico de Chile, se destaca la histórica inversión gubernamental en ciencia y tecnología, liderada por el presidente Boric, que busca superar décadas de rezago en comparación con la media de la OCDE. Además, se subraya el compromiso de las empresas extractoras de litio, Albemarle y SQM, con cláusulas contractuales que detallan importantes aportes a investigación y desarrollo (I+D), y se anuncia la creación del primer Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Mineros Salar en el Salar de Llamara, reflejando una inversión significativa para impulsar el avance científico y tecnológico en el ámbito de los recursos mineros salares en Chile.

15%

La inversión en ciencia y tecnología, tanto a nivel gubernamental como empresarial, es esencial para el desarrollo eficiente de la industria. Ya que de esta forma se pueden conseguir procesos de extracción más optimizados y sostenibles siendo éticos con el medio ambiente. La creación de un Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Mineros en el Salar de Llamara es un gran paso para el aprovechamiento de los recursos de los salares.

Ambientales

La transición hacia la electromovilidad surge como una estrategia clave para abordar el cambio climático al reducir las emisiones contaminantes asociadas al transporte. Sin embargo, esta solución plantea desafíos ambientales significativos, principalmente vinculados a la extracción de litio en ecosistemas frágiles como los salares de Atacama y Maricunga, con consecuencias negativas para los recursos hídricos y comunidades locales. La sostenibilidad de la electromovilidad se ve comprometida por la necesidad de grandes cantidades de agua y los impactos ambientales asociados. Además, el reciclaje de las baterías de litio, esencial para la viabilidad a largo plazo, enfrenta desafíos éticos y ambientales que requieren atención

12.5%

Dada la creciente importancia de la sostenibilidad, los factores ambientales ocupan un lugar significativo en la extracción de litio y sus impactos en ecosistemas frágiles, así como los desafíos asociados al reciclaje de baterías, son críticos para la percepción sostenible de la industria y su contribución a la electromovilidad y la tecnología.

urgente para garantizar que esta transición sea genuinamente sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Legales

La evolución de los decretos legales en torno a la industria del litio en Chile, reflejada en la Tabla 9, revela la complejidad y las implicaciones actuales de las decisiones tomadas durante la dictadura. La concentración de la producción de litio en solo dos empresas, SQM y Albemarle plantea cuestionamientos sobre la falta de nuevas concesiones y la necesidad de capitalizar el auge del litio para respaldar el crecimiento del país. Estos decretos, promulgados en el periodo autoritario, han tenido un impacto directo en el liderazgo chileno en la producción mundial. La comprensión de estos documentos legales es esencial para contextualizar las razones detrás de la pérdida de liderazgo y subraya la importancia de revisar y adaptar la legislación para enfrentar los desafíos contemporáneos. Además, la promulgación reciente de la ley del royalty minero por el presidente Boric añade un componente adicional al panorama legal, estableciendo un impuesto a los explotadores mineros y buscando recaudar fondos significativos para el país a partir de 2024, lo cual no es de gran atractivo para los inversores los cuales debido a la gran tramitación y los altos impuestos les es conveniente invertir en otros países como el ejemplo de Argentina.

25%

Este factor se considera el más importante debido a la complejidad y las implicaciones de los decretos legales en torno a la industria del litio en Chile. La concentración de la producción en 2 empresas y los cambios en la legislación reciente, como la ley del royalty minero, tienen un impacto directo en la viabilidad y competitividad de la industria en el país.

100%

La industria del litio en Chile ocupa una posición destacada gracias a poseer las mayores reservas del mundo con una notable pureza. Desde el punto de vista económico, Chile ha superado de manera efectiva diversas crisis, y la

La industria del litio en Chile enfrenta una serie de desafíos y oportunidades. La legalidad, con un peso del 25%, destaca como

importancia del litio como factor clave para la recuperación es innegable, contribuyendo de manera significativa al Producto Interno Bruto (PIB) del sector minero.

Socialmente, el crecimiento poblacional y desafíos en seguridad ciudadana son consideraciones clave. La comunicación equitativa con comunidades cercanas a los yacimientos es crucial para un desarrollo sostenible.

La inversión en tecnología, liderada por el gobierno y las empresas extractoras, destaca, pero la transición hacia la electromovilidad presenta desafíos ambientales. Legalmente, la concentración de la producción y la reciente ley del royalty minero generan inquietudes entre inversores.

el factor más crítico, seguido de la estabilidad política (20%). Las dimensiones ambiental y social, cada una con un 12.5%, son fundamentales para la sostenibilidad y la aceptación pública. Además, los aspectos tecnológicos (15%) y económicos (15%) son esenciales para la eficiencia y el crecimiento económico. La adaptación de la legislación, la gestión política estable, la atención al impacto ambiental y social, y la inversión continua en tecnología son imperativos para el éxito futuro de la industria del litio en Chile.

Fuente 35: Creación Propia.

8.2. Análisis FODA de la industria del litio en Chile.

En esta sección, se llevará a cabo un análisis FODA de la industria del litio, con el propósito de profundizar en su comprensión. Este análisis abordará tanto los factores internos como externos de la industria del litio, tomando como base los aspectos previamente explorados en el análisis PESTEL.

8.2.1. Fortalezas

Abundantes reservas de litio

- Chile alberga las mayores reservas de litio del mundo, caracterizadas por su alta pureza y fácil extracción mediante salmueras.
- La naturaleza de las salmueras elimina la necesidad de procesos de minería convencional, otorgando una ventaja comparativa sobre depósitos de roca dura o pegmatitas presentes en otros países como Australia.

Experiencia empresarial en la explotación de litio

- Empresas chilenas como Albemarle (anteriormente Foote Mineral) y SQM poseen una vasta experiencia en la explotación del litio,

consolidándose como actores clave en la industria y llevando a Chile por muchos años a ser el mayor productor de litio del mundo.

- La experiencia acumulada contribuye a la eficiencia operativa y a la capacidad de enfrentar desafíos específicos del sector.

Economía estable y atractiva para inversiones

- Chile cuenta con una economía estable, reconocida internacionalmente como un destino atractivo para inversiones.
- Reflejado en el último Informe de Política Monetaria (IpoM) de diciembre de 2023, Chile se destaca como uno de los países más reconocidos para invertir a nivel mundial, respaldando la confianza de los inversionistas.

Mercado abierto y transparente

- Chile opera con un mercado abierto y transparente, facilitando la entrada de inversiones y promoviendo la competitividad en la industria del litio.
- La transparencia del mercado contribuye a la eficacia y equidad en las transacciones comerciales.

Desarrollo de nuevos proyectos con valor agregado

- En 2023, Chile ha impulsado la creación de 2 nuevos proyectos con el objetivo de agregar valor al litio producido en el país.

Pacto fiscal para potenciar ventajas competitivas

- La propuesta del pacto fiscal resalta el compromiso de potenciar las ventajas comparativas de Chile en la industria del litio, indicando una visión estratégica para fortalecer el sector.

8.2.2. Oportunidades

Creciente demanda mundial

- La evolución tecnológica ha impulsado una creciente dependencia de dispositivos electrónicos y vehículos eléctricos, generando una demanda mundial en constante aumento de baterías de litio.

Precios elevados del litio

- La creciente demanda global ha llevado los precios del litio a niveles históricos, reflejando un incremento significativo por tonelada.
- Chile, como el segundo mayor productor mundial, se beneficia directamente de esta situación, posicionándose para aprovechar los precios elevados y maximizar los ingresos.

- Además, para el año 2035 se espera que la demanda supere la oferta, por lo cual, los precios volverían a tener un aumento considerable, si se ajustan a las proyecciones.

Estabilidad económica y tratados comerciales

- Chile es económicamente estable y cuenta con tratados comerciales que facilitan la comercialización ágil y reducción de impuestos.
- Esta estabilidad y los acuerdos comerciales proporcionan un entorno favorable para la inversión y el desarrollo de nuevos proyectos en la industria del litio.

Posición única como productor de litio

- Chile ocupa la segunda posición como productor mundial de litio, lo que le confiere una posición única y estratégica en el mercado global.
- La capacidad de satisfacer la creciente demanda global desde una posición de liderazgo fortalece la competitividad de Chile en la industria del litio.

Oportunidad para nuevos proyectos y crecimiento económico

- La alta demanda y los precios elevados del litio presentan una oportunidad única para la creación de nuevos proyectos en Chile.
- Estos proyectos no solo pueden satisfacer la demanda global de litio, sino también impulsar el crecimiento económico del país a través de inversiones y empleo.

8.2.3. Debilidades

Marco normativo restringido

- Chile enfrenta desventajas en comparación con países como Australia debido a un marco normativo que impone restricciones y numerosos pasos para la aprobación de proyectos de extracción de litio.
- Decretos de ley como N° 2.886, N° 18.248 y N° 16.319 establecen barreras que pueden dificultar la agilidad en la creación de nuevos proyectos.

Historial negativo en licitaciones

- Chile ha experimentado un historial negativo en términos de nuevas licitaciones para la extracción de litio, especialmente después de 1979.

Fragilidad del ecosistema en el salar de atacama

- El Salar de Atacama, una fuente clave de litio en el mundo, alberga un ecosistema extremadamente vulnerable y frágil.
- Procesos de extracción de litio podrían tener impactos significativos en este ecosistema delicado, lo que podría resultar en consecuencias ambientales adversas.

Desafíos en relaciones comunitarias

- Pocos acuerdos con las comunidades indígenas, como las comunidades atacameñas, podrían generar tensiones y desafíos en las relaciones comunitarias.
- La falta de compromiso efectivo con estas comunidades podría afectar la aceptación social y la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones de extracción de litio.

8.2.4. Amenazas

Competencia emergente de baterías de sodio

- Las baterías de sodio han surgido como un sustituto potencial del litio en la industria. Son más económicas y fáciles de extraer, ofrecen mayor estabilidad térmica, aunque el litio aún supera en almacenamiento de energía y densidad energética.
- La aparición de alternativas más accesibles y eficientes podría amenazar la posición del litio en el mercado, especialmente en el segmento de baterías para vehículos eléctricos.

Competencia del hidrógeno

- Los vehículos de hidrógeno compiten como alternativa a los vehículos con baterías de ion-litio. Aunque no dependen de recursos como el litio, cobalto y níquel, presentan desafíos en términos de eficiencia, costos y disponibilidad limitada de estaciones de carga.
- La rápida adopción de vehículos de hidrógeno podría afectar la demanda de baterías de litio para el sector de vehículos eléctricos.

Desafíos normativos y lentitud en nuevos proyectos

- Chile enfrenta desafíos normativos que han ralentizado la creación de nuevos proyectos de extracción de litio, en comparación con otros países de la región como Argentina.
- La lentitud en la expansión de proyectos podría afectar la capacidad de Chile para satisfacer la creciente demanda global de litio.

Cambio en la demanda de compuestos químicos

- La mayor producción en Chile se centra en carbonatos de litio, pero se anticipa un cambio en la demanda hacia hidróxido de litio para el año 2035, un cambio que la industria chilena podría no estar completamente preparada para abordar.
- La falta de diversificación en la producción de compuestos químicos podría generar desafíos frente a la evolución de las preferencias del mercado.

8.2.5. Resumen FODA

Tabla 12: Resumen análisis FODA



Fuente 36: Creación Propia.

8.2.6. Estrategias FODA

Tabla 13: Estrategias Análisis FODA



Fuente 37: Creación Propia

8.3. Proyecciones de oferta y demanda de la industria del litio

Se realizaron proyecciones de oferta y demanda para la industria del litio, centrándose exclusivamente en dos de sus derivados de mayor relevancia debido a su creciente demanda en la fabricación de baterías para dispositivos electrónicos y vehículos. Estos dos compuestos son el carbonato de litio (LCE) y el hidróxido de litio (LiOH).

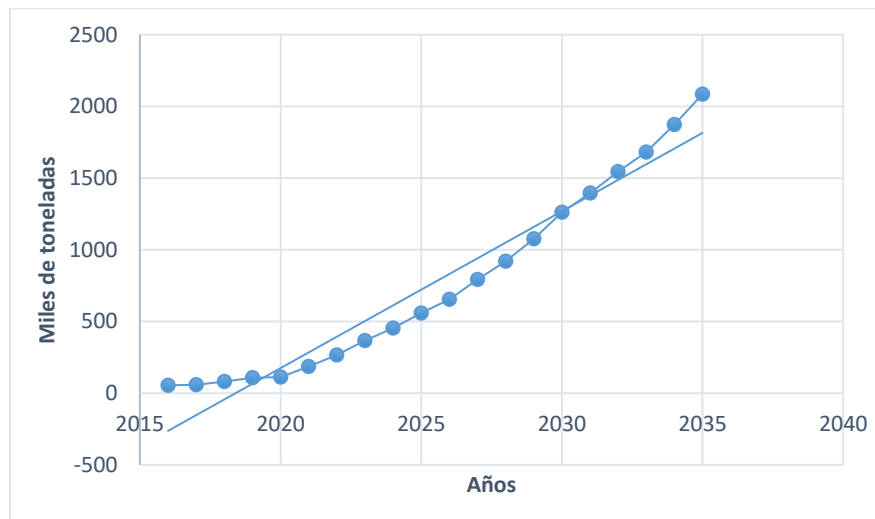
Para llevar a cabo estas proyecciones, se construyeron bases de datos previas, las cuales se desarrollaron mediante la recopilación de información proveniente de dos fuentes principales: la página de datos estadísticos alemana Statista y la información relevante obtenida a través de la Ley de Transparencia, específicamente proporcionada por COCHILCO.

8.3.1. Proyecciones de demanda del carbonato e hidróxido de litio hasta el 2035

Como se observa en los gráficos 20 y 21, la demanda de litio se mantuvo relativamente estable desde el año 2015 hasta 2020, oscilando entre las 150 y 215 mil toneladas métricas para el carbonato de litio, y entre 55 y 112 mil toneladas métricas para el hidróxido de litio. Sin embargo, en el año 2021, se registró un crecimiento exponencial atípico en la demanda de litio.

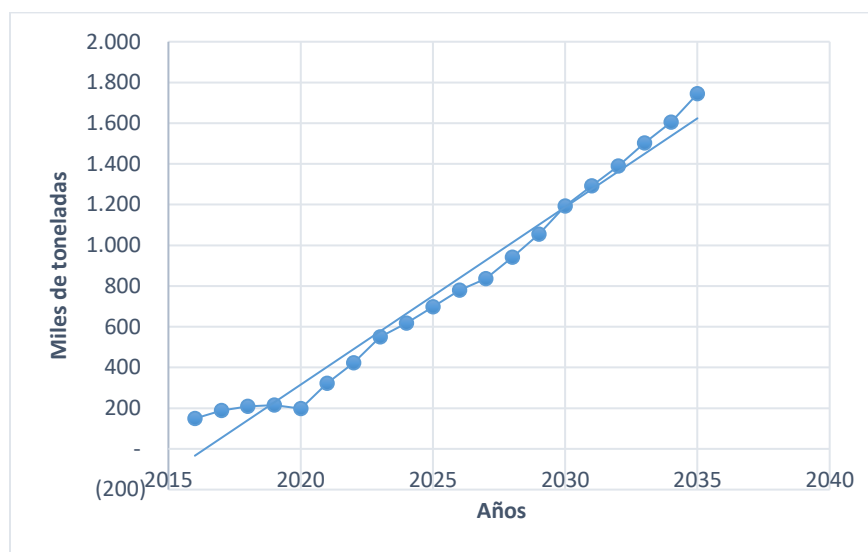
Según las estimaciones de COCHILCO, la demanda de carbonato e hidróxido de litio para el año 2022 fue de 423 y 267 toneladas métricas, respectivamente. Estas cifras representan un aumento significativo en comparación con los promedios de años anteriores. Además, se proyecta que para el año 2035, las demandas alcanzarán las 1.744 y 2.085 toneladas métricas, respectivamente, señalando una tendencia de crecimiento continuo en el uso de litio, especialmente en sus derivados esenciales para la fabricación de baterías. También como se puede observar se espera que la demanda del hidróxido de litio supere a la del carbonato de litio en el año 2030 esto debido a los requerimientos nuevos por las empresas fabricantes de baterías.

Gráfico 20: Proyección de demanda del Hidróxido de litio hasta el año 2035



Fuente 38: Creación Propia según datos obtenidos COCHILCO y STATISTA.

Gráfico 21: Proyección de demanda del Carbonato de litio hasta el año 2035



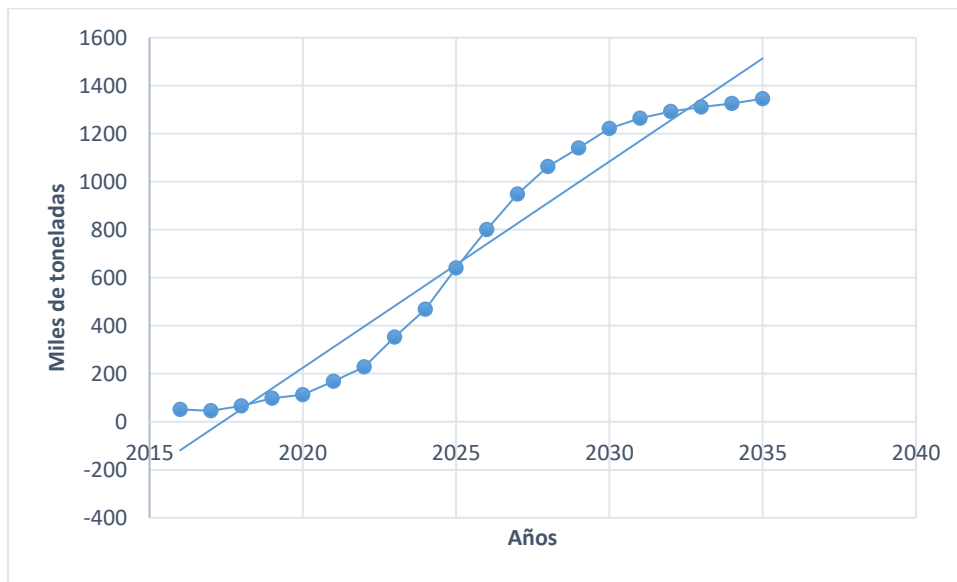
Fuente 39: Creación Propia según datos obtenidos COCHILCO y STATISTA.

8.3.2. Proyecciones de oferta del carbonato e hidróxido de litio hasta el 2035

La oferta de litio, al igual que la demanda, permaneció relativamente estable hasta el año 2020. Sin embargo, el auge del litio y el incremento en la demanda llevaron a varios países con reservas a mostrar interés en su explotación, dando lugar a nuevos proyectos, como los observados en Australia y Argentina. Los gráficos 22 y 23 reflejan la anticipación de un aumento significativo en la producción de litio, en consonancia con los requerimientos de la demanda y la implementación de nuevos proyectos de explotación.

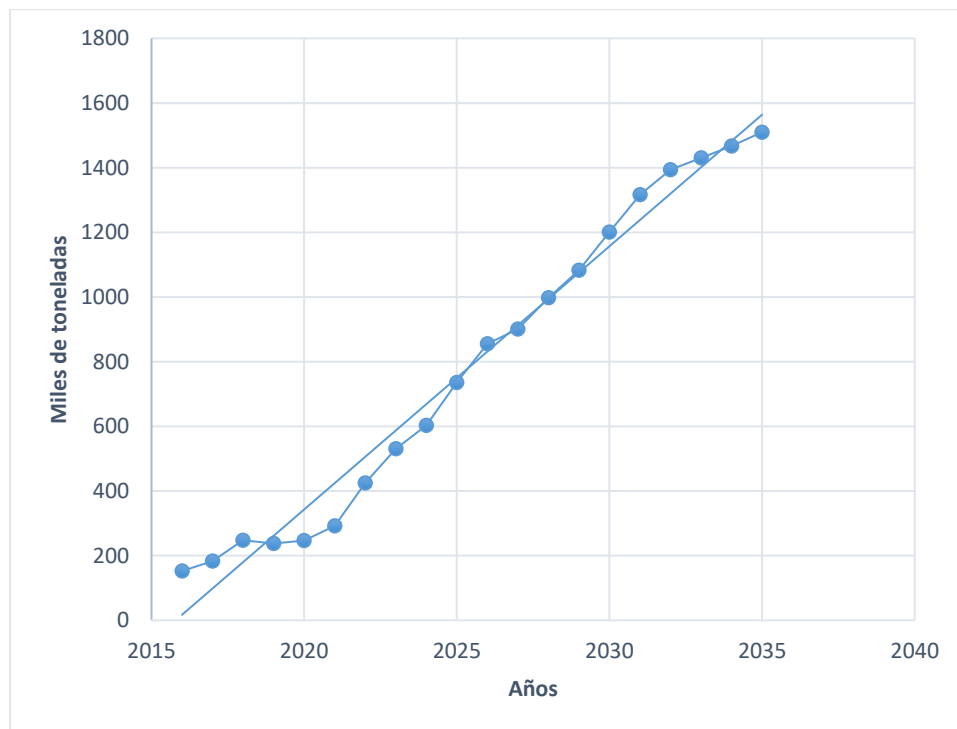
En 2022, según los datos proporcionados por COCHILCO la producción de carbonato de litio alcanzó las 525 mil toneladas métricas, mientras que la de hidróxido de litio fue de 229 mil toneladas métricas. Las proyecciones para el año 2030 indican cifras de 1.201 y 1.222 mil toneladas métricas, respectivamente, y para el año 2035 se espera una producción de 1.510 y 1.346 mil toneladas métricas. Es relevante destacar que la producción de litio enfrenta un desafío significativo al tener que aumentar considerablemente su nivel de producción en un lapso relativamente corto de tiempo.

Gráfico 22: Proyección de la oferta del Hidróxido de litio hasta el año 2035



Fuente 40: Creación Propia según datos obtenidos COCHILCO y STATISTA.

Gráfico 23: Proyección de la oferta del Carbonato de litio hasta el año 2035

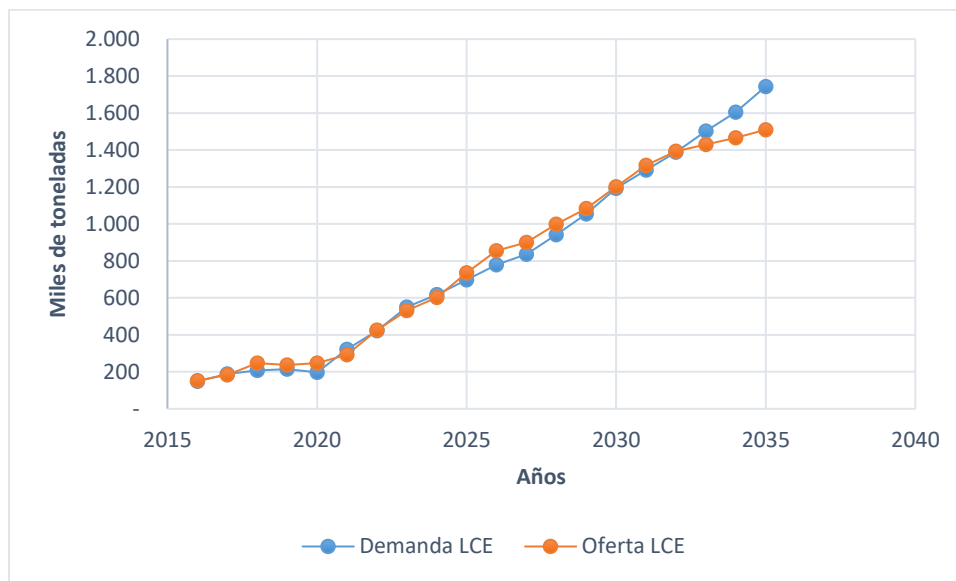


Fuente 41: Creación Propia según datos obtenidos COCHILCO y STATISTA.

8.3.3. Proyecciones de oferta y demanda conjunta del carbonato e hidróxido de litio hasta el 2035

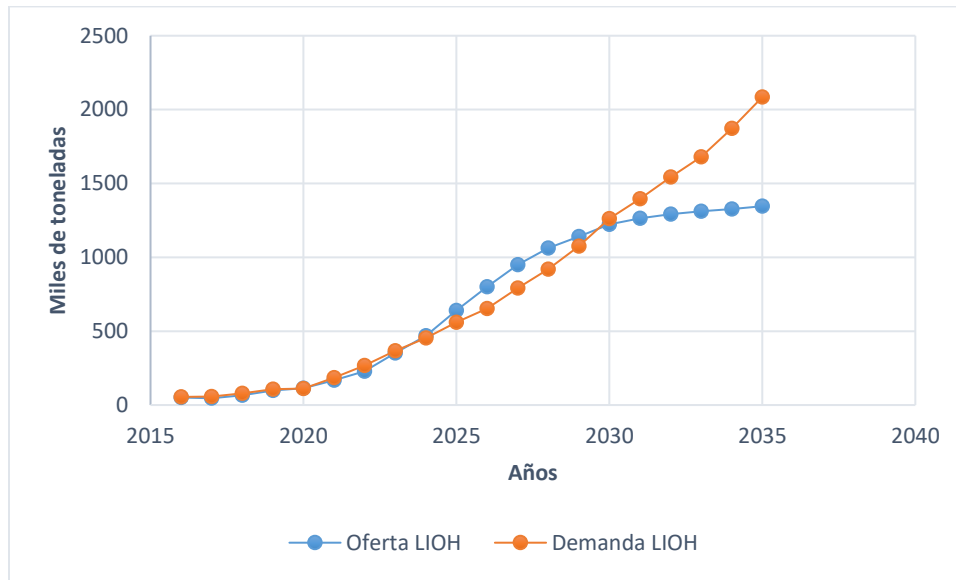
En las proyecciones integradas de oferta y demanda, reflejadas en los gráficos 24 y 25, se destaca la preocupación emergente de que la oferta de tanto carbonato de litio como hidróxido de litio no logre satisfacer la demanda a partir del año 2030. Este escenario ha suscitado inquietudes entre las empresas dedicadas al desarrollo de vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos, ya que el litio desempeña un papel crucial en estas industrias. Como consecuencia, se ha observado un aumento en la inversión de empresas a nivel mundial en la extracción de litio y en la creación de proyectos, en un esfuerzo por hacer frente a la creciente demanda y garantizar un suministro adecuado de este recurso fundamental.

Gráfico 24: Oferta y demanda del Carbonato de litio hasta el año 2035



Fuente 42: Creación Propia según datos obtenidos COCHILCO y STATISTA.

Gráfico 25: Oferta y demanda del Hidróxido de litio hasta el año 2035



Fuente 43: Creación Propia según datos obtenidos COCHILCO y STATISTA.

8.4. Escenarios futuros de la industria del litio en Chile hasta el año 2035.

En los apartados 8.1 y 8.2, se implementó una metodología integral para evaluar la situación de la industria del litio en Chile, enfocándose en la identificación de factores que inciden en la incertidumbre de este mineral. En este enfoque, se llevaron a cabo dos análisis metodológicos.

En primer lugar, se ejecutó un análisis PESTEL con el propósito de examinar los factores externos que impactan directamente en la industria del litio. Este análisis proporciona una visión completa de los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que podrían influir en la futura demanda del litio y en la producción del país. Cada factor fue evaluado y se le asignó un nivel de importancia según su impacto en la industria, como se presenta en la tabla 11.

En segundo lugar, se llevó a cabo un análisis FODA para identificar las Fortalezas y Oportunidades de la industria. Además, se exploraron las Debilidades y Amenazas que podrían representar desafíos para el desarrollo de la industria. Esta fase permitió una evaluación tanto interna como externa, integrando los hallazgos del análisis PESTEL para desarrollar una comprensión completa de la posición actual y futura de la industria del litio en Chile.

En el apartado 8.3, se realizaron proyecciones de oferta y demanda mundiales de la industria del litio con el fin de obtener una visión clara de cómo esto podría repercutir en Chile y si es económicamente viable a largo plazo para respaldar la

creación de nuevos proyectos que podrían afectar a los frágiles ecosistemas de los salares.

A partir de las aplicaciones realizadas en los puntos 8.1, 8.2 y 8.3, se diseñarán tres escenarios para la industria del litio en Chile hasta el año 2035: uno pesimista, otro moderado y uno optimista. Cada escenario constará con tablas de análisis que detallarán las Fortalezas y Oportunidades, así como las Debilidades y Amenazas. Además, se incluirán proyecciones de la producción de litio para Chile hasta el año 2035 y se presentarán los resultados generales de cada escenario.

8.4.1. Escenario pesimista

En este escenario, se desarrolla un panorama desafiante para Chile en la industria del litio. La nación, a pesar de contar con abundantes reservas de este mineral y una experiencia empresarial consolidada, se enfrenta a una falta de capitalización efectiva de sus fortalezas. La ausencia de iniciativas para agregar valor al litio y desarrollar nuevos proyectos debilita su posición competitiva a nivel global, resultando en la pérdida de oportunidades cruciales para el crecimiento económico y la creación de empleo. Además, la preferencia de las empresas extractoras por Argentina agrega una capa adicional de dificultad, amenazando la posición destacada que Chile solía ostentar en la producción mundial de litio.

Tabla 14: Escenario pesimista, en base a análisis FODA

Escenario pesimista	
Fortalezas y oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Chile no logra capitalizar sus abundantes reservas de litio ni su experiencia empresarial en la explotación del mineral. • La falta de iniciativas para agregar valor al litio y desarrollar nuevos proyectos debilita la posición competitiva de Chile en el mercado global. • Pierde una gran posibilidad para aumentar su: crecimiento económico por el lado del PIB minero, las tasas de empleo por los nuevos proyectos que se pudieron realizar y su posición relevante dentro de la industria del litio mundial como líder en la producción de este mineral

Debilidades y amenazas

- La rigidez del marco normativo se intensifica, dificultando aún más la ejecución de nuevos proyectos.
- La fragilidad del ecosistema en el Salar de Atacama se ve comprometida, generando preocupaciones ambientales y conflictos con las comunidades indígenas.
- La competencia emergente de baterías de sodio y la competencia de vehículos de hidrógeno impactan negativamente en la demanda de litio, debido a nuevas tecnologías de mayor rendimiento.
- Las empresas extractoras de litio dan favor a Argentina frente a Chile por sus facilidades para la implementación de nuevos proyectos y reservas tipo salmueras.
- Chile no se adecua a la demanda y sigue con los mismos niveles de producción tanto de hidróxido de litio como carbonato de litio.

Fuente 44: Creación Propia.

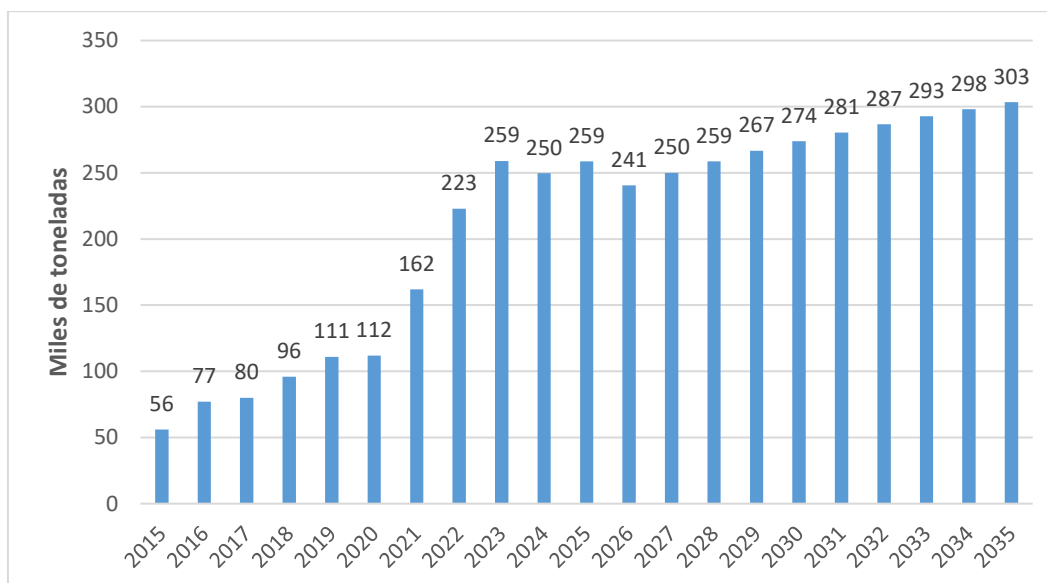
1. Resultado

En este escenario, Chile experimenta una falta de aprovechamiento de sus recursos y capacidades en la industria del litio. Las restricciones del marco normativo y las dificultades en licitaciones obstaculizan el desarrollo de proyectos, lo que impacta negativamente en la posición competitiva del país. La explotación insostenible de las reservas de litio en el Salar de Atacama resulta en consecuencias ambientales adversas, deteriorando la imagen internacional de Chile debido a una extracción poco ética, generando tensiones con las comunidades indígenas.

Además, se bajó este escenario se logran desarrollar nuevas tecnologías, que le dan un mayor rendimiento a otros sustitutos como podría ser hidrogeno o sodio y la falta de adaptación a nuevos proyectos contribuyen a una disminución en la participación de Chile en el mercado global del litio. Esta situación repercute en la pérdida de oportunidades para impulsar el crecimiento económico y la generación de empleo a través de proyectos adicionales en la industria. Las ventajas comparativas del país, como sus extensas reservas de litio de alta pureza, se desaprovechan, afectando negativamente su potencial económico.

En consecuencia, como se observa en el grafico 26, la producción de litio en Chile experimenta un leve aumento hasta el año 2035, pasando de 259 a 303 toneladas, pero este crecimiento es insuficiente en comparación con el potencial no aprovechado. Se observa una brecha significativa respecto a la expectativa de triplicar la producción para ese período, lo que refleja la falta de aprovechamiento de las oportunidades, la falta de gobernabilidad y la subutilización de los recursos disponibles en la industria del litio en Chile.

Gráfico 26: Producción de litio en Chile hasta el año 2035 bajo escenario pesimista



Fuente 45: Creación Propia según datos obtenidos de Scientific Electronic Library Online

8.4.2. Escenario Moderado

En este escenario, para la industria del litio en Chile, se observa estabilidad económica, aunque los esfuerzos para aprovechar completamente el auge del litio son limitados. La implementación de nuevos proyectos es moderada, enfrentando restricciones normativas y resultados que no cumplen plenamente con las expectativas gubernamentales. Aunque Chile se mantiene como un actor relevante en la producción global de litio, no logra destacar como líder indiscutible, generando ingresos sin una diversificación suficiente ni un impacto económico significativo. La falta de cambios en los procesos de extracción también genera tensiones con las comunidades locales e indígenas. A pesar de un crecimiento constante en la industria, este no alcanza su máximo potencial en el escenario moderado.

1. Escenario moderado bajo análisis FODA

Tabla 15: Escenario moderado, en base a análisis FODA.

Escenario moderado	
Fortalezas y oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • A pesar de mantener su estabilidad económica, Chile no emprende esfuerzos significativos para capitalizar el auge del litio que experimenta. • El gobierno no logra cumplir en su totalidad con las metas propuestas en la estrategia nacional del litio, lo que refleja una falta de gobernabilidad y credibilidad a nivel internacional. • Los proyectos destinados a agregar valor al litio se desarrollan de manera moderada, sin alcanzar su máximo potencial. • Aunque se llevan a cabo nuevos proyectos de explotación, estos resultan ser menores a las expectativas y no se aprovechan plenamente las reservas del país.
Debilidades y amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • No se consigue modificar el marco normativo que regula la industria del litio, lo que resulta en la persistencia de un marco restrictivo y no concesionable. • Chile logra implementar nuevos proyectos a través de la empresa nacional del litio, pero no los esperados por el gobierno. • Aunque las nuevas tecnologías no logran igualar el rendimiento del litio, demuestran eficiencia y pueden competir con el litio en menor medida, llegando incluso a reemplazarlo en ciertos segmentos del mercado. • Chile sigue sin cambiar sus procesos de extracción generando serios conflictos con las comunidades aledañas e indígenas.

Fuente 46: Creación Propia.

2. Resultados Esperados

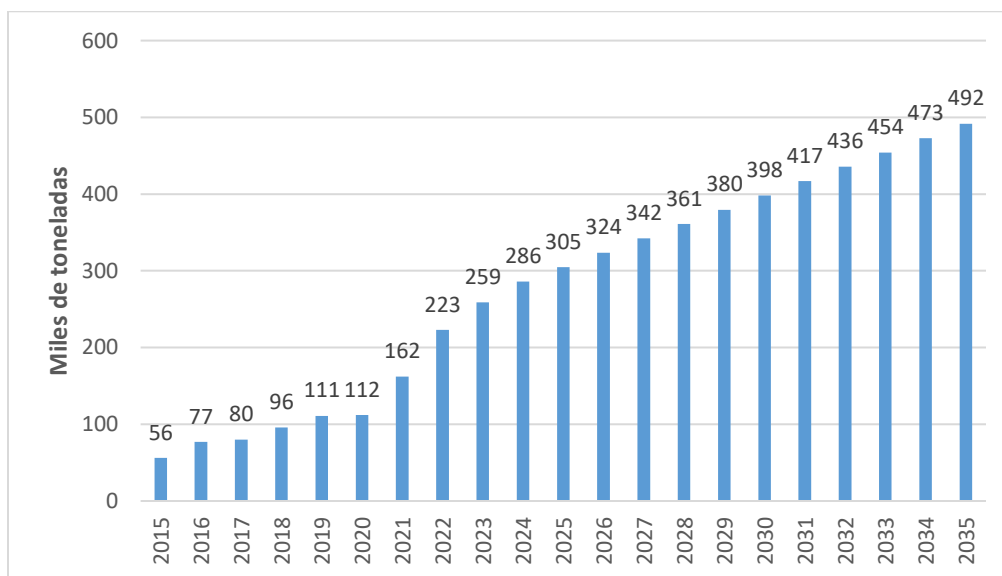
En el escenario moderado, Chile mantiene su estabilidad económica, aunque no emprende esfuerzos significativos para capitalizar plenamente el auge del litio. A pesar de la implementación de nuevos proyectos, tanto en explotación como en valor agregado, su desarrollo es moderado, no alcanzando su potencial máximo y quedando por debajo de las expectativas gubernamentales. La falta de modificación en el marco normativo que rige la industria del litio resulta en la persistencia de restricciones no concesionables. Aunque Chile logra instaurar nuevos proyectos a través de la empresa nacional mediante colaboración público-privada, no satisface

las expectativas gubernamentales. Además, a pesar de la eficiencia demostrada por las nuevas tecnologías, estas no logran igualar el rendimiento del litio, aunque pueden competir en ciertos segmentos del mercado, generando cambios parciales en la demanda. La falta de cambio en los procesos de extracción conduce a conflictos significativos con las comunidades locales e indígenas, complicando aún más la situación.

Bajo este escenario, la industria del litio experimenta un crecimiento constante, aunque no alcanza su potencial máximo. Chile sigue siendo un actor clave en la producción mundial de litio, aunque no logra destacar como líder indiscutible. Aunque se generan ingresos, no se logra una diversificación suficiente ni un impacto significativo en el desarrollo económico.

A pesar de aumentar la producción de litio debido a nuevas empresas entrantes, Chile no alcanza la producción esperada. Sin embargo, según el Gráfico 27, se observa un aumento de 56 mil toneladas métricas en 2015 a 259 mil en 2023, y se proyecta una producción de 492 mil toneladas para 2035. Aunque existe un crecimiento, no se logra el máximo potencial bajo las condiciones del escenario moderado.

Gráfico 27: Producción del litio en Chile hasta el año 2035 bajo escenario moderado



Fuente 47: Creación Propia según datos obtenidos de Scientific Electronic Library Online

8.4.3. Escenario Optimista

1. Escenario optimista bajo análisis PESTEL y FODA.

La industria del litio en Chile proyecta un futuro auspicioso, destacándose por su eficiencia, innovación y compromiso con la sostenibilidad. Chile se afirma como líder

global en la producción de litio, capitalizando la creciente demanda y manteniendo competitividad en precios. Este logro no solo refuerza la posición destacada de Chile en el mercado mundial del litio, sino que también lo consolida como referente en innovación y desarrollo tecnológico en la industria. La eficiencia operativa, la colaboración internacional y la gestión sostenible posicionan a la industria del litio como un pilar clave para el crecimiento económico sostenible en Chile, generando empleo e impulsando inversiones a largo plazo.

Tabla 16: Escenario optimista

Escenario optimista

Fortalezas y oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Chile aprovecha de manera efectiva sus vastas reservas de litio y la experiencia acumulada por sus empresas en la explotación de este mineral. • Se llevan a cabo esfuerzos sustanciales para agregar valor al litio, desarrollar nuevos proyectos y adaptarse a las cambiantes demandas del mercado. • La inversión en investigación y desarrollo (I+D) experimenta un notable aumento, liderada tanto por el gobierno como por las compañías extractoras, impulsando innovaciones tecnológicas en la industria. • La colaboración a nivel internacional contribuye significativamente a la eficiencia operativa y al desarrollo de tecnologías avanzadas en la industria del litio. • Se implementan formas más sostenibles de extracción de litio, respaldadas por nuevas regulaciones que promueven prácticas más respetuosas con el medio ambiente y la comunidad.
Debilidades y amenazas	<ul style="list-style-type: none"> • Se logra modificar el marco normativo, permitiendo la realización de concesiones y retirando al litio de la categoría de interés nacional. • Gracias a la implementación de procesos de extracción más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, se fortalecen las relaciones con las comunidades locales e indígenas. • Aunque las nuevas tecnologías, basadas en sodio e hidrógeno, mejoran el rendimiento y generan vehículos eléctricos innovadores, el litio, respaldado por avances en tecnologías de baterías, también optimiza su rendimiento y seguridad, ampliando significativamente la brecha entre el litio y sus alternativas. • Las empresas productoras de litio logran adaptarse a las nuevas demandas del mercado, lo que resulta en un aumento significativo en la producción de hidróxido de litio.

Fuente 48: Creación Propia en base a

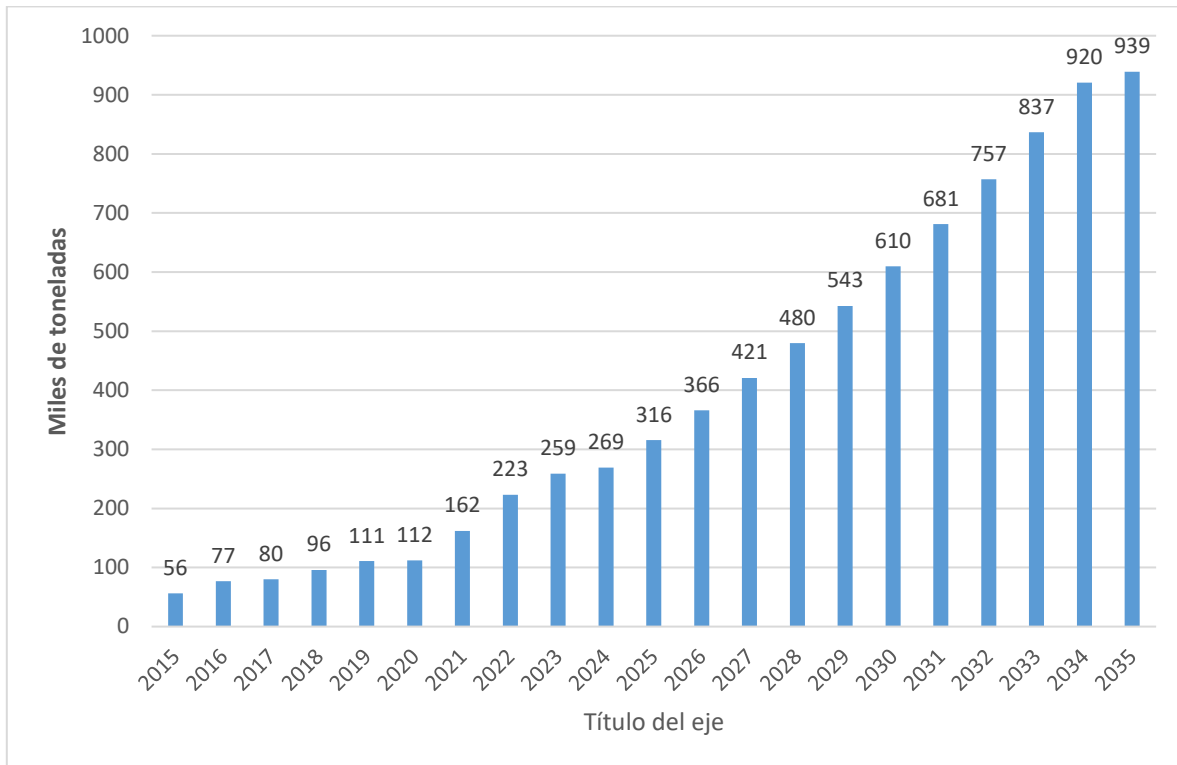
2. Resultados.

En un escenario optimista para la industria del litio en Chile, el país capitaliza eficazmente sus vastas reservas y la experiencia de sus empresas en la explotación del mineral. Se realizan esfuerzos significativos para agregar valor al litio, desarrollar nuevos proyectos y adaptarse a las cambiantes demandas del mercado. La inversión en investigación y desarrollo (I+D) experimenta un notable aumento, liderada tanto por el gobierno como por las compañías extractoras, impulsando innovaciones tecnológicas. La colaboración internacional desempeña un papel crucial al contribuir significativamente a la eficiencia operativa y al desarrollo de tecnologías avanzadas. Además, se implementan métodos de extracción más sostenibles respaldados por nuevas regulaciones que promueven prácticas respetuosas con el medio ambiente y las comunidades.

En este contexto optimista, se logra modificar el marco normativo, permitiendo concesiones y retirando al litio de la categoría de interés nacional. La adopción de prácticas de extracción más sostenibles fortalece las relaciones con las comunidades locales e indígenas. A pesar de las mejoras en las tecnologías basadas en sodio e hidrógeno, el litio optimiza su rendimiento y seguridad, consolidando su posición en el mercado. Las empresas productoras de litio se adaptan eficientemente a las nuevas demandas, resultando en un aumento significativo en la producción de hidróxido de litio.

En un escenario optimista, la industria del litio en Chile proyecta un futuro prometedor, impulsada por la eficiencia, la innovación y la sostenibilidad. Este logro no solo afirma la posición destacada de Chile en el mercado global del litio, sino que también posiciona al país como referente en innovación y desarrollo tecnológico en la industria. La industria del litio se erige como un motor clave para el crecimiento económico sostenible de Chile, generando empleo y atrayendo inversiones a largo plazo. La eficiencia operativa, combinada con la colaboración internacional y una gestión sostenible, contribuye al éxito continuo de la industria. La innovación y el desarrollo tecnológico no solo aseguran la relevancia a largo plazo de Chile en la industria del litio, sino que también refuerzan su estatus como líder mundial en este sector estratégico. Como se aprecia en el gráfico 28, la producción de litio en Chile tiene un aumento exponencial, pasando de 259 mil toneladas métricas en 2023 a 610 mil toneladas métricas en 2030, con una proyección de 939 mil toneladas métricas para 2035.

Gráfico 28: Producción del litio en Chile hasta el año 2035 bajo escenario optimista



Fuente 49: Creación Propia según datos obtenidos de Scientific Electronic Library Online

9. RESULTADO FINAL

Se logra cumplir con el objetivo general de ***“Realizar 3 escenarios futuros de la industria del litio para Chile hasta el año 2035. Se llevará a cabo mediante un análisis tanto externo como interno, proyecciones de oferta, demanda y producción y en base a estos la creación de 3 escenarios futuros. El propósito de este estudio es que los resultados sean de utilidad para la toma de decisiones tanto a nivel gubernamental como empresarial”***. Dado que, al profundizar en el análisis detallado de la industria del litio, y al obtener información relevante mediante proyecciones de oferta y demanda mundial realizadas, se logra no solo comprender la situación actual, sino también realizar estimaciones fundamentadas sobre diversos escenarios futuros. Estas proyecciones se revelan como herramientas valiosas al ofrecer una visión de cómo podría evolucionar la producción de litio en Chile en los próximos años.

En este estudio, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la industria del litio, utilizando los antecedentes del estado del arte como punto de partida. Este análisis aborda tanto la comprensión a nivel mundial como específicamente en Chile, explorando aspectos clave de la industria. Los antecedentes proporcionan un análisis completo de la oferta y la demanda, desde una perspectiva global hasta los detalles particulares de la situación en Chile. Este enfoque detallado establece las bases para proyecciones futuras y estrategias, contribuyendo a una comprensión integral de la industria del litio y su impacto en el contexto chileno.

En la segunda parte, se inicia la aplicación metodológica con el análisis PESTEL de la industria del litio, que ofrece una visión detallada del entorno externo de la industria. Este análisis revela oportunidades significativas para la industria del litio en Chile, aprovechando ventajas comparativas como la estabilidad económica y la confianza para invertir en el país. También señala aspectos críticos a considerar al crear nuevos proyectos, como la fragilidad de los salares y el impacto en las comunidades circundantes.

Posteriormente, se realiza un análisis FODA, explorando factores internos y externos de la industria del litio en Chile. Se identifican oportunidades prometedoras para el futuro de la industria, destacando fortalezas como las reservas de fácil extracción. Sin embargo, también se subrayan desafíos significativos, incluido un marco normativo estricto que dificulta la creación de nuevos proyectos de extracción debido al grado de no concesionalidad. Este análisis integral proporciona una visión equilibrada de los elementos internos y externos que influyen en la posición de Chile en la industria del litio.

Luego de concluir el análisis interno y externo de la industria del litio, se inicia con las proyecciones de oferta y demanda a nivel mundial, centrándose específicamente en los derivados, hidróxido y el carbonato de litio, que constituyen el 97% de la demanda a nivel global. Estas proyecciones, extendidas hasta el año 2035, presentan perspectivas alentadoras para Chile, aunque plantean inquietudes a nivel mundial.

En relación con la oferta, se anticipa un notable aumento en la producción con la incorporación de nuevos proyectos y países al panorama productivo. En cuanto a la demanda, se prevé un crecimiento exponencial a lo largo de los años. Es de vital importancia destacar la necesidad de equilibrar la oferta y la demanda para evitar posibles déficits que no se puedan satisfacer.

Desde una perspectiva global, este escenario genera preocupaciones acerca de la posible escasez del material y la existencia de vacíos en la demanda no cubierta. No obstante, desde la perspectiva de la industria del litio en Chile, esta coyuntura se presenta como prometedora, ya que insta al gobierno a implementar las medidas necesarias para aprovechar de manera eficiente este auge y contribuir de manera significativa al crecimiento del país. Estas proyecciones no solo resaltan desafíos globales, sino que también señalan oportunidades para que Chile desempeñe un papel fundamental en la satisfacción de la creciente demanda mundial de derivados del litio.

En última instancia, los escenarios futuros desarrollados con base en las aplicaciones previas proporcionan tres posibles proyecciones para el futuro de la industria del litio en Chile hasta el año 2035.

En el escenario pesimista, se pronostica que Chile no capitaliza sus fortalezas y oportunidades, lo que resulta en un aumento de amenazas y resalta debilidades. En este escenario, Chile continúa operando exclusivamente con las dos empresas existentes hasta la fecha, manteniendo una relación meramente por necesidad con estas. Esto implica que la producción de litio se mantiene en niveles promedio anteriores, sin un incremento sustancial y con una contribución limitada a la demanda mundial.

En el escenario moderado, se proyecta que Chile realiza avances, aunque no alcanza su potencial esperado debido a sus ventajas comparativas frente a la competencia. Aunque la producción aumenta, posiblemente con el establecimiento de una o dos nuevas empresas productoras hasta el año 2035, no se cumplen las expectativas previstas.

Por último, el escenario optimista describe una industria en Chile que maximiza sus ventajas y oportunidades. En este escenario, se logra un incremento significativo, hasta cuatro veces, en la producción del metal, consolidándose como uno de los líderes de la industria. Esta expansión contribuiría al crecimiento económico del país, reflejándose en aumentos del PIB minero, la creación de nuevos empleos mediante la implementación de proyectos y el apoyo a las comunidades cercanas a los salares, estableciendo acuerdos de beneficio mutuo.

10. CONCLUSIÓN

A la luz de los resultados obtenidos a través de la aplicación metodológica, se concluye de manera excepcional que se cumplieron todos los objetivos planteados en la investigación. Respecto al objetivo general, se lograron todos los aspectos establecidos, generando resultados positivos para la industria del litio en Chile. En cuanto a los objetivos específicos, cada uno se llevó a cabo de manera satisfactoria, contribuyendo así al desarrollo del objetivo general.

En el desarrollo de la tesis, los resultados indican que la metodología utilizada funcionó de manera eficiente, proporcionando un análisis profundo de la industria a nivel nacional y global. Este análisis ha generado resultados positivos y proyecciones futuras en relación con el escenario actual.

La motivación primordial que impulsó la realización de este estudio radicó en la incertidumbre acerca del futuro de la industria del litio en Chile. Los análisis, proyecciones y resultados obtenidos indican que, a pesar de la presencia de amenazas palpables como las tecnologías sustitutas, como el sodio y el hidrógeno, la inversión global en litio ha sido significativa. Por consiguiente, no se espera que las empresas opten a corto plazo por sustituir el litio con una nueva tecnología.

En el contexto específico de la electromovilidad, las principales compañías fabricantes de vehículos eléctricos han favorecido el uso del litio debido a sus propiedades únicas y la eficiencia que ha demostrado. Esto descarta la posibilidad inmediata de que tecnologías sustitutas representen una amenaza. A pesar del descubrimiento de nuevas reservas de litio en todo el mundo, las proyecciones de oferta y demanda indican que la oferta no será suficiente para satisfacer la demanda para el año 2035. Esta situación no se percibe como una amenaza para Chile, sino más bien como una oportunidad para capitalizar el auge del litio y contribuir a la demanda global.

Desde la perspectiva de la ingeniería comercial, se llega a la conclusión de que hasta el año 2023, la industria del litio en Chile ha enfrentado desafíos debido a gestiones deficientes y decisiones poco acertadas por parte de gobiernos anteriores, lo que ha resultado en una pérdida gradual de liderazgo en el sector. Esta situación ha sido el principal impedimento para el progreso adecuado de la industria en respuesta a las crecientes necesidades de la demanda.

No obstante, la actual administración gubernamental ha implementado una estrategia para el litio en Chile que ha generado expectativas positivas. Esta estrategia suscita la esperanza de aprovechar de manera efectiva el auge de la industria, enfocándose en ser respetuosa y sostenible con el medio ambiente, especialmente considerando la fragilidad de los salares.

11. RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de este estudio, se sugiere la recopilación de información procedente de fuentes confiables como base fundamental para su desarrollo. La calidad y veracidad de los datos son esenciales para asegurar resultados confiables.

Con el objetivo de facilitar la comprensión y promover un análisis más profundo, se propone la organización cuidadosa de la información recopilada en secciones distintas. Esta estructuración proporcionará una visión clara y ordenada de los datos, optimizando la capacidad de interpretación y extracción de conclusiones.

En este contexto, se ha dividido la información en dos partes principales: el análisis del mineral de litio por un lado y el análisis del mercado por otro. A su vez, el análisis del mercado se ha subdividido en aspectos clave como oferta, demanda y el mercado chileno.

Para evaluar la incertidumbre del mercado, se ha elegido emplear análisis estratégicos de FODA y PESTEL. Estas herramientas estratégicas no solo ofrecen información relevante, sino que también posibilitan una visión integral de los factores involucrados en el entorno, permitiendo así una comprensión más completa de la dinámica del mercado.

Con la finalidad de respaldar los escenarios futuros y proporcionar un análisis más profundo, se han integrado proyecciones de la oferta y demanda a nivel mundial. Esta inclusión de datos cuantitativos no solo enriquece el estudio, sino que también contribuye a una comprensión más precisa y fundamentada de las tendencias y posibles desarrollos en el ámbito global.

Mediante esta metodología de trabajo ordenada y específica, se han alcanzado resultados significativos que se traducen en tres escenarios de predicción para la industria del litio. En base a esta estructura, se formulan las siguientes recomendaciones profesionales desde la perspectiva de un ingeniero comercial:

- **Enfoque en la Rigurosidad Metodológica:** Asegurar que la recopilación de datos provenga de fuentes confiables y reconocidas, garantizando así la validez y precisión de la información utilizada en el análisis.
- **Organización Estructurada:** Mantener una estructura clara y organizada en el análisis, dividiendo la información en secciones específicas para facilitar la comprensión y la toma de decisiones informadas.
- **Utilización de Herramientas Estratégicas:** Integrar análisis estratégicos como FODA y PESTEL para obtener una visión clara de los factores internos y externos que afectan la industria, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones.

- **Validación Cuantitativa:** Reforzar el análisis cualitativo con proyecciones cuantitativas, como las proyecciones de oferta y demanda, para respaldar las conclusiones y proporcionar una perspectiva más completa.
- **Evaluación Continua de Escenarios:** Reconocer la dinámica cambiante del mercado y actualizar regularmente los escenarios futuros en función de nuevas informaciones, asegurando así la relevancia y aplicabilidad a lo largo del tiempo.

11.1. Recomendaciones Estratégicas

- **Reforma del Marco Normativo:** Observamos que la principal debilidad de Chile, en comparación con otros países, radica en la gobernanza y el marco normativo. Por ende, se recomienda modificar el marco normativo, especialmente la no concesionalidad de proyectos de producción. Esta medida podría fortalecer la posición de Chile en la industria del litio, con la consolidación de nuevos proyectos.
- **Mejoras en el Proceso Extractivo:** Actualmente, la producción de litio en Chile utiliza el método de evaporación, lo cual implica una pérdida significativa de agua y riesgos de salinización del suelo. Aunque este método es efectivo, no es respetuoso con las comunidades y los salares. Se recomienda implementar mejoras y cambios en los procesos extractivos para lograr una producción más ética y responsable con el medio ambiente.
- **Alineación de la Producción con la Demanda:** En Chile, de las dos empresas productoras de litio, solo SQM produce hidróxido de litio, mientras que el país exporta principalmente carbonato de litio. Según las proyecciones, la demanda de hidróxido superará la de carbonato para 2035 debido a avances tecnológicos, en las cuales las nuevas baterías para los vehículos eléctricos optimizan al hidróxido, frente a esto se recomienda ajustar la producción de hidróxido de litio conforme a los requisitos de la demanda, anticipándose a las tendencias del mercado.
- **Exploración de Salares para Identificar Nuevas Reservas:** En Chile, la cantidad precisa de recursos y reservas de litio aún no se conoce con certeza. Es esencial llevar a cabo una exploración exhaustiva para obtener información detallada sobre las cantidades disponibles y las reservas existentes. Esta iniciativa permitirá una evaluación más precisa y completa de los recursos disponibles, brindando claridad y transparencia para la implementación de nuevos proyectos en áreas específicas.
- **Estrategia Nacional del Litio:** Se recomienda adherirse a la estrategia nacional del litio establecida por el gobierno, dado que esta estrategia contempla factores cruciales para el crecimiento sostenible de la industria. Dichos elementos coinciden con las conclusiones derivadas de los análisis

internos y externos de la industria. Al alinearse con esta estrategia, se fortalece la coherencia entre las políticas gubernamentales y las evaluaciones de la industria, creando así un marco sólido para el desarrollo sostenible del sector del litio.

12. Bibliografía

- ALBEMARLE. (2023). Productos. *ALBEMARLE*.
- Argusmedia. (2019). Lithium hydroxide demand to overtake carbonate: AABC. *Argusmedia*.
- Bonilla, R. P. (2020). *Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile*.
- CABRERA, F. (2023). *MERCADO DEL LITIO*. COCHILCO.
- Central, B. (2023). *Importancia reciente del litio en la economía chilena*.
- Central, B. (2023). *Informe de política monetaria*.
- Chile, G. d. (2023). Royalty minero . *Aprobación del royalty minero*.
- chilena, M. (2023). Cámara del Litio creará en Chile el primer centro de investigación y desarrollo de recursos mineros en salares. *Minería chilena*.
- ciudadana, F. p. (2023). *Resultados Índice Paz Ciudadana 2023*.
- COCHILCO. (2009). *Antecedentes para una Política Pública*.
- COCHILCO. (2020). *Oferta y demanda del litio hacia el año 2030*.
- COCHILCO. (2023). *El mercado del litio*.
- COHILCO. (2017). *MERCADO INTERNACIONAL DEL LITIO Y SU POTENCIAL EN CHILE*.
- Concepto. (2023). Litio. *Concepto*.
- Culturacientífica. (2020). Así funcionan las baterías de litio.
- D, M. (s.f.). Nuevo problema de contaminación. *motorpasión*.
- D, P. (2023). Batería de sodio, así es y así funciona la tecnología emergente que destronará al litio. *Motor.es*.
- Economica, S. (2018). *Perfil de mercado del Litio*.
- Economist, T. (2023). Chile en el top 10 de las mejores economías.
- Europeo, P. (s.f.). Emisiones de CO2 en los coches . *Parlamento Europeo*.
- Fhsolarled. (2020). Tipos de baterías de iones de litio. *Fhsolarled*.
- Financiero, D. (2023). La unión Europea prohíbe definitivamente la venta de vehículos que emitan CO2 a partir de 2035. *DF*.
- FUENTES, V. (2022). Estos fueron los grandes fabricantes de baterías en 2021:. *Motorpasión*.
- García, R. (s.f.). Chile comienza a revertir baja inversión en ciencia y tecnología. *Sci dev net*.

- Garreton, M. (2023). Garreton. M. 2023. ¿Preocupación para Chile?: Estudio habría encontrado el depósito de litio más grande del mundo en Estados Unidos. Chile: Emol. *EMOL*.
- GOB. DE CHILE. (2023). *ESTRATEGIA NACIONAL DEL LITIO*.
- H, B. (2022). PIB y Ciencia en Chile. *El mostrador*.
- INE. (2023). *ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE LA*.
- Lagos, G. (2012). En *El Desarrollo del Litio en Chile:1984-2012*.
- Lagos, G. (2018). *El Desarrollo del Litio en Chile: 1984-2017*.
- nacional, B. d. (1979). DECRETO LEY 2886.
- PIZZOLEO, J. (2023). INDUSTRIA DE LAS BATERIAS. *REPORTE MINERO*.
- PortalMinero. (s.f.). Yongqing Technology es la segunda seleccionada del llamado a Productores Especializados de Litio. *PortalMinero*.
- Públicas, D. d. (2017). Mercado Internacional del Litio y su Potencial en Chile. *GUIA MINERA DE CHILE*.
- R, C. (s.f.). Despierta interes de inversionistas por el litio: 46 empresas de 12 paises ya se han reunido con investChile. *Diario Financiero*.
- REYES. L. (2023). La exitosa receta Australiana. *LA TERCERA*.
- SAN MARTIN, P. (2023). ¿Que paso con el boom del litio?
- Sciences, T. R. (2019). The Nobel Prize in Chemistry 2019.
- SERNAGEOMIN, GOB CHILE. (2013). *Mercado internacional del litio*. Subsecretatia de mineria.
- SQM. (2023). Productos, Litio y derivados. *SQM*.
- SUSTENTABLE, M. (2023). RANKING PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE LITIO . *MINERÍA SUSTENTABLE*.
- Toledo, F. (2023). Cuáles son las empresas que producen litio en Chile.
- UNAM. (2021). *El Litio*.
- Unidas, N. (s.f.). ¿Qué es el cambio climático? *Naciones Unidas*.
- USGS. (2023). *LITHIUM*.
- V, C. (s.f.). Corfo suma otros interesados en agregar valor al litio en Chile y programa nuevo llamado internacional.
- Valencia, A. (2016). *LA ERA DEL LITIO*.
- Zorrero, D. (2021). Un experto en baterías explica qué pasará en el futuro con los autos eléctricos.

13. WEBGRAFÍA

<https://www.infobae.com/economia/2024/01/01/litio-cuanto-aumentaron-la-produccion-y-las-exportaciones-en-2023-y-cuales-son-las-perspectivas-para-2024/>

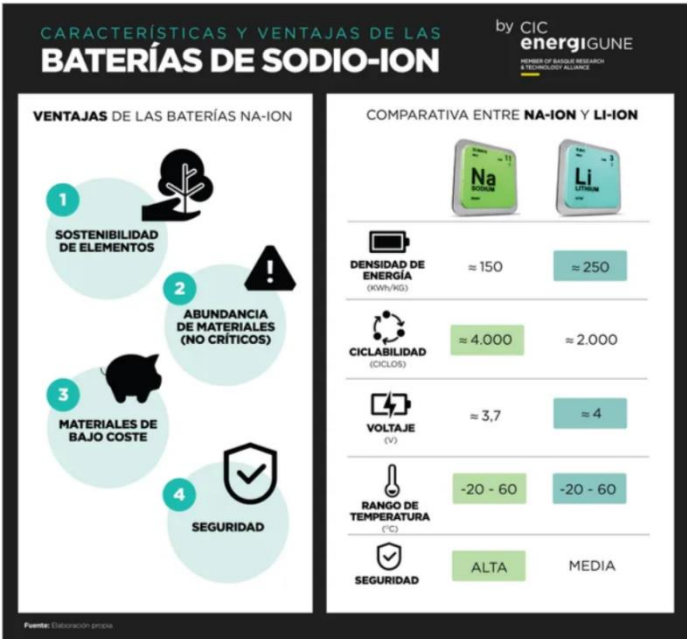
<https://www.statista.com/statistics/665774/global-sales-of-plug-in-light-vehicles/>

<https://www.statista.com/statistics/1387905/share-of-global-vehicle-sales-happening-in-countries-with-policies-supporting-ev-sales/>


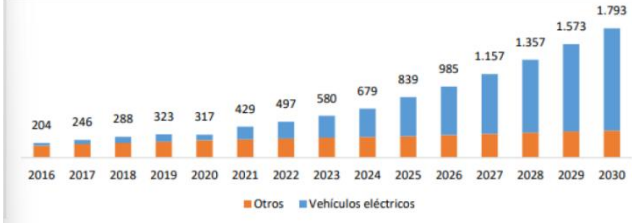
14. ANEXOS

14.1. Fichas Bibliométricas

Ficha N°1	LECTURA FUNDAMENTAL.																								
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Poveda. R. (2020). Estudio de caso sobre la gobernanza del litio en Chile. Naciones unidas: Cepal.</u>																								
Palabras claves:	Gobernanza del litio en Chile																								
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Contexto de la industria del litio y situación económica del litio en Chile. • Fases de la política pública del litio en Chile 																								
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Definir aspectos importantes de la historia del litio en Chile. • Contexto de la industria del litio. • Avalar aspectos relevantes de las fases de políticas públicas del litio. • Fuentes y recursos del litio en el mundo y como han evolucionado con los años. 																								
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Gráficos:</p> <p>Gráfico 1 Principales fuentes de litio en el mundo por tipo de depósito (En porcentajes)</p> <table border="1"> <caption>Gráfico 1: Principales fuentes de litio en el mundo por tipo de depósito</caption> <thead> <tr> <th>Tipo de depósito</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Salares</td> <td>58%</td> </tr> <tr> <td>Rocas</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>Arcillas</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Salmueras geotermiales</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Salmueras hidrocarbúrficas</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Zeolitas</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Gráfico 6 Principales usos del litio a nivel global proyectado al 2022 (En porcentajes)</p> <table border="1"> <caption>Gráfico 6: Principales usos del litio a nivel global proyectado al 2022</caption> <thead> <tr> <th>Uso</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vehículos eléctricos</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>Otros usos industriales</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>Aparatos eléctricos</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Almacenamiento de energía</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de depósito	Porcentaje	Salares	58%	Rocas	26%	Arcillas	7%	Salmueras geotermiales	3%	Salmueras hidrocarbúrficas	3%	Zeolitas	3%	Uso	Porcentaje	Vehículos eléctricos	45%	Otros usos industriales	36%	Aparatos eléctricos	14%	Almacenamiento de energía	5%
Tipo de depósito	Porcentaje																								
Salares	58%																								
Rocas	26%																								
Arcillas	7%																								
Salmueras geotermiales	3%																								
Salmueras hidrocarbúrficas	3%																								
Zeolitas	3%																								
Uso	Porcentaje																								
Vehículos eléctricos	45%																								
Otros usos industriales	36%																								
Aparatos eléctricos	14%																								
Almacenamiento de energía	5%																								

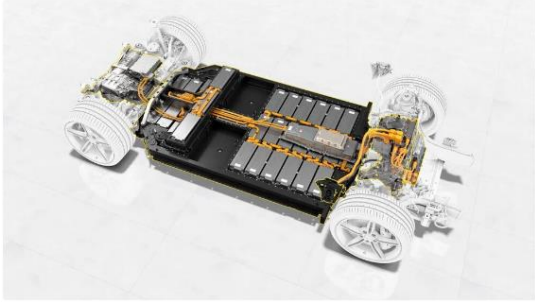
Ficha N°2	Lectura Especifica.																								
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Plaza. D. (2022). Batería de sodio. Motor.es.</u>																								
Palabras claves:	Batería de sodio, así es y así funciona la tecnología emergente que destronará al litio.																								
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Cómo funcionan las baterías de sodio y su potencial para reemplazar a las baterías de litio. 																								
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Define: <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades del sodio. • Como funcionan las baterías de sodio • Ventajas e inconvenientes de las baterías de sodio. • Qué va a reemplazar el litio. 																								
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Tabla:  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VENTAJAS DE LAS BATERÍAS NA-ION</th> <th colspan="2">COMPARATIVA ENTRE NA-ION Y LI-ION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>SOSTENIBILIDAD DE ELEMENTOS</td> <td>DENSIDAD DE ENERGÍA (Wh/kg)</td> <td>Na-ion ≈ 150, Li-ion ≈ 250</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ABUNDANCIA DE MATERIALES (NO CRÍTICOS)</td> <td>CICLABILIDAD (CICLOS)</td> <td>Na-ion ≈ 4.000, Li-ion ≈ 2.000</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>MATERIALES DE BAJO COSTE</td> <td>VOLTAJE (V)</td> <td>Na-ion ≈ 3,7, Li-ion ≈ 4</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>SEGURIDAD</td> <td>RANGO DE TEMPERATURA (°C)</td> <td>Na-ion -20 - 60, Li-ion -20 - 60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>SEGURIDAD</td> <td>Na-ion ALTA, Li-ion MEDIA</td> </tr> </tbody> </table>	VENTAJAS DE LAS BATERÍAS NA-ION		COMPARATIVA ENTRE NA-ION Y LI-ION		1	SOSTENIBILIDAD DE ELEMENTOS	DENSIDAD DE ENERGÍA (Wh/kg)	Na-ion ≈ 150, Li-ion ≈ 250	2	ABUNDANCIA DE MATERIALES (NO CRÍTICOS)	CICLABILIDAD (CICLOS)	Na-ion ≈ 4.000, Li-ion ≈ 2.000	3	MATERIALES DE BAJO COSTE	VOLTAJE (V)	Na-ion ≈ 3,7, Li-ion ≈ 4	4	SEGURIDAD	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	Na-ion -20 - 60, Li-ion -20 - 60			SEGURIDAD	Na-ion ALTA, Li-ion MEDIA
VENTAJAS DE LAS BATERÍAS NA-ION		COMPARATIVA ENTRE NA-ION Y LI-ION																							
1	SOSTENIBILIDAD DE ELEMENTOS	DENSIDAD DE ENERGÍA (Wh/kg)	Na-ion ≈ 150, Li-ion ≈ 250																						
2	ABUNDANCIA DE MATERIALES (NO CRÍTICOS)	CICLABILIDAD (CICLOS)	Na-ion ≈ 4.000, Li-ion ≈ 2.000																						
3	MATERIALES DE BAJO COSTE	VOLTAJE (V)	Na-ion ≈ 3,7, Li-ion ≈ 4																						
4	SEGURIDAD	RANGO DE TEMPERATURA (°C)	Na-ion -20 - 60, Li-ion -20 - 60																						
		SEGURIDAD	Na-ion ALTA, Li-ion MEDIA																						


Ficha N°3	Lectura fundamental.																														
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Cochilco. (2018). Mercado Internacional del litio. Chile: Cochilco.</u>																														
Palabras claves:	Mercado internacional del litio y su potencial en Chile.																														
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta mundial de litio • Demanda mundial de litio. • Proyecciones de oferta mundial. • Costos de producción según país y tipo de materia prima. • Principales fuentes del litio en el mundo. 																														
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Informe completo con información relevante y actualizada sobre la industria del litio en Chile y a nivel global, abordando temas como la oferta, demanda, producción y proyecciones del litio para los próximos años. 																														
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos: <p>Tabla 5. Costos de producción según país y tipo de materia prima</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de materia prima</th> <th>Método</th> <th>País de la operación</th> <th>Yacimiento / Compañía</th> <th>Costo de producción (US\$/t LiCO₃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Salmuera (salares)</td> <td rowspan="3">Evaporación solar</td> <td>Argentina</td> <td>Hombre Muerto / FMC</td> <td>3.000</td> </tr> <tr> <td>Chile</td> <td>Atacama / SQM y SCL (Rockwood)</td> <td>2.000-2.300</td> </tr> <tr> <td>China</td> <td>Zabuye y Tajindier</td> <td>3.000-3.300</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Conversión de minerales</td> <td rowspan="4">Método convencional ⁽¹⁾</td> <td>China</td> <td>Diversos</td> <td>3.800-4.500</td> </tr> <tr> <td>China</td> <td>Jiangsu / Galaxy</td> <td>5.000</td> </tr> <tr> <td>Brasil</td> <td>CBL</td> <td>7.800</td> </tr> <tr> <td>--</td> <td>Western Lithium</td> <td>3.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: (1) Método tradicional minero utilizado en yacimientos pegmatíticos vía conminución, y separación física</p> <p>Fig. 1: Principales fuentes de litio en el mundo</p> <p>Fuente: Elaboración Cochilco en base a USGS</p>	Tipo de materia prima	Método	País de la operación	Yacimiento / Compañía	Costo de producción (US\$/t LiCO ₃)	Salmuera (salares)	Evaporación solar	Argentina	Hombre Muerto / FMC	3.000	Chile	Atacama / SQM y SCL (Rockwood)	2.000-2.300	China	Zabuye y Tajindier	3.000-3.300	Conversión de minerales	Método convencional ⁽¹⁾	China	Diversos	3.800-4.500	China	Jiangsu / Galaxy	5.000	Brasil	CBL	7.800	--	Western Lithium	3.000
Tipo de materia prima	Método	País de la operación	Yacimiento / Compañía	Costo de producción (US\$/t LiCO ₃)																											
Salmuera (salares)	Evaporación solar	Argentina	Hombre Muerto / FMC	3.000																											
		Chile	Atacama / SQM y SCL (Rockwood)	2.000-2.300																											
		China	Zabuye y Tajindier	3.000-3.300																											
Conversión de minerales	Método convencional ⁽¹⁾	China	Diversos	3.800-4.500																											
		China	Jiangsu / Galaxy	5.000																											
		Brasil	CBL	7.800																											
		--	Western Lithium	3.000																											

Ficha N°4	Lectura Fundamental																																																																
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Mella. S. 2022. análisis estratégico del litio. Chile. Repositorio USM.</u>																																																																
Palabras claves:	Análisis estratégico del litio																																																																
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> Esta tesis se centra en cómo recuperar el liderazgo mundial en la producción de litio en Chile, así como en la identificación de las razones que llevaron a la pérdida de este liderazgo, a través de un estudio de mercado de la industria del litio en Chile. 																																																																
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Realiza un análisis interno y externo de la industria del litio en Chile con el objetivo de elaborar una hipótesis sobre por qué el país perdió el liderazgo mundial. Posteriormente, propone estrategias fundamentadas en dicho análisis para recuperar el liderazgo en la producción a nivel mundial de litio. 																																																																
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Figuras:</p>  <p>Gráficos:</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Otros</th> <th>Vehículos eléctricos</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2016</td><td>204</td><td>0</td><td>204</td></tr> <tr><td>2017</td><td>246</td><td>0</td><td>246</td></tr> <tr><td>2018</td><td>288</td><td>0</td><td>288</td></tr> <tr><td>2019</td><td>323</td><td>0</td><td>323</td></tr> <tr><td>2020</td><td>317</td><td>0</td><td>317</td></tr> <tr><td>2021</td><td>429</td><td>0</td><td>429</td></tr> <tr><td>2022</td><td>497</td><td>0</td><td>497</td></tr> <tr><td>2023</td><td>580</td><td>0</td><td>580</td></tr> <tr><td>2024</td><td>679</td><td>0</td><td>679</td></tr> <tr><td>2025</td><td>839</td><td>0</td><td>839</td></tr> <tr><td>2026</td><td>985</td><td>0</td><td>985</td></tr> <tr><td>2027</td><td>1.157</td><td>0</td><td>1.157</td></tr> <tr><td>2028</td><td>1.357</td><td>0</td><td>1.357</td></tr> <tr><td>2029</td><td>1.573</td><td>0</td><td>1.573</td></tr> <tr><td>2030</td><td>1.793</td><td>0</td><td>1.793</td></tr> </tbody> </table>	Año	Otros	Vehículos eléctricos	Total	2016	204	0	204	2017	246	0	246	2018	288	0	288	2019	323	0	323	2020	317	0	317	2021	429	0	429	2022	497	0	497	2023	580	0	580	2024	679	0	679	2025	839	0	839	2026	985	0	985	2027	1.157	0	1.157	2028	1.357	0	1.357	2029	1.573	0	1.573	2030	1.793	0	1.793
Año	Otros	Vehículos eléctricos	Total																																																														
2016	204	0	204																																																														
2017	246	0	246																																																														
2018	288	0	288																																																														
2019	323	0	323																																																														
2020	317	0	317																																																														
2021	429	0	429																																																														
2022	497	0	497																																																														
2023	580	0	580																																																														
2024	679	0	679																																																														
2025	839	0	839																																																														
2026	985	0	985																																																														
2027	1.157	0	1.157																																																														
2028	1.357	0	1.357																																																														
2029	1.573	0	1.573																																																														
2030	1.793	0	1.793																																																														

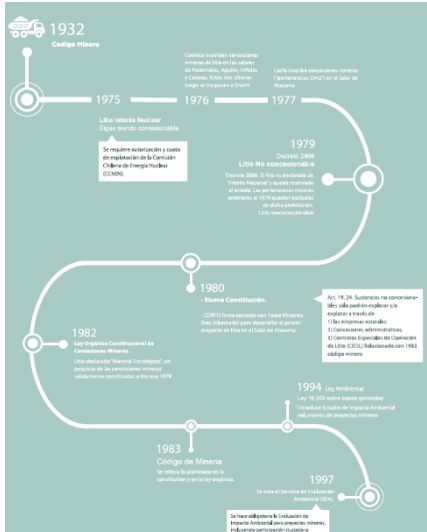
Ficha N°5	Lectura complementaria.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Murias. D. 2021. Nuevo problema de contaminación. Argentina: Motorpasión.</u>
Palabras claves:	“Con tanta demanda del litio para las baterías de coches eléctricos estamos a las puertas de un nuevo problema de contaminación.”
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Para producir 1 tonelada de litio, se requieren dos millones de litros de agua en el desierto de Atacama o el salar de Uyuni. Este hecho plantea la preocupación de que la producción de litio podría convertirse en un nuevo problema de contaminación, dada la elevada demanda del metal. Se advierte que la actual producción de litio carece de sostenibilidad y ética, ya que existen métodos más limpios y éticos de extracción y procesamiento disponibles.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona orientación con información pertinente sobre el litio, abordando el proceso de extracción y su impacto en los frágiles ecosistemas donde se lleva a cabo. Examina los problemas de contaminación asociados y sugiere posibles soluciones que la industria podría implementar para adoptar procesamientos más limpios y éticos con respecto al medio ambiente.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figuras:

Ficha N°6	Lectura fundamental.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>González. S. (2020). Oferta y demanda del litio hacia el 2030. Chile: DEPP.</u>
Palabras claves:	Oferta y demanda de litio hacia el 2030
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> Realiza una proyección de la demanda de litio, diferenciada por vehículos eléctricos, remanente, agregada y por composición química. Analiza la oferta de litio desglosada por empresa y país. Además, incluye un análisis de los costos de producción asociados.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Ofrece orientación con información relevante sobre la oferta y demanda específica de litio, desglosada por país, empresa y a nivel global. Contribuye con contenido fundamental al estudio al proporcionar proyecciones de la demanda hasta el año 2030, sirviendo como referencia clave para fundamentar el análisis.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<ul style="list-style-type: none"> Gráficos: <p>Figura 3: (a) Demanda de litio por vehículos eléctricos. (b) Demanda con escenarios esperado, máximo y mínimo (kt. LCE)</p> <p>Figure 3(a) is a stacked bar chart showing the demand for lithium in kilotons of lithium carbonate equivalent (kt. LCE) from 2016 to 2030, categorized by BEV (blue), PHEV (orange), and Otros (grey). The total demand values are: 2016: 37, 2017: 58, 2018: 85, 2019: 102, 2020: 75, 2021: 176, 2022: 233, 2023: 303, 2024: 394, 2025: 540, 2026: 671, 2027: 828, 2028: 1.011, 2029: 1.209, 2030: 1.416.</p> <p>Figure 3(b) is a line chart showing the projected lithium demand from 2016 to 2030. The y-axis represents demand in kt. LCE, ranging from 0 to 1.800. The x-axis represents years from 2016 to 2030. The chart shows a steady increase in demand, with a shaded area representing the range between the expected (black line) and maximum (grey line) scenarios. The expected demand reaches approximately 1.4 kt. LCE by 2030.</p> <p>Fuente: Cochilco.</p>

Ficha N°7	Lectura complementaria.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Zorrero. D. (2021). Qué pasará en el futuro con los autos eléctricos. Chile: Infobae.</u>
Palabras claves:	Un experto en baterías proporciona una explicación sobre el futuro de los autos eléctricos.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Un experto en baterías presenta posibles sustitutos que podrían reemplazar al litio como elemento fundamental en las baterías de los autos eléctricos. Se evalúa la factibilidad de estos sustitutos en un futuro próximo y se analiza su viabilidad económica.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece orientación sobre la duración prevista de la predominancia del litio en comparación con otros compuestos, destacando por qué hasta el momento estos no son convenientes. Complementa la explicación con detalles sobre el funcionamiento de las baterías de ion-litio y por qué este metal es crucial en su composición. Además, proporciona orientación sobre el tiempo disponible para que la ciencia desarrolle baterías no contaminantes, evitando así los desechos asociados con las baterías actuales.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Figura:</p>  <p>Los autos eléctricos usan baterías de Litio con Cobalto, que es contaminante y debería ser reemplazado.</p>


Ficha N°8	Lectura complementaria.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u><i>InvestChile. (2023). Las ocho claves de la nueva Estrategia Nacional del Litio en Chile.</i></u>
Palabras claves:	Las ocho claves de la nueva Estrategia Nacional del Litio en Chile.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Establece los ejes propuestos por el gobierno encabezado por el presidente Gabriel Boric para aprovechar el potencial que tiene el metal en nuestro país, dado que Chile posee el 36% de las reservas globales y es el segundo productor a nivel mundial, después de Australia.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Se definen en 8 puntos las claves de la nueva estrategia nacional del litio en Chile, presentada por el presidente de la República. Esta estrategia tiene como fin retomar el liderazgo mundial del país en la producción y aprovechar la alta demanda para generar más riqueza y desarrollo a la nación.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: 

Ficha N°9	Lectura complementaria.																																			
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Terrazas. P. (2018). Regulación y mercado del litio. Chile: Gob Chile.</u>																																			
Palabras claves:	Regulación y mercado del litio.																																			
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En la presentación se exponen antecedentes fundamentales del litio y su industria en Chile, abarcando los principales aspectos del marco regulatorio del litio y del mercado, los competidores del litio actualmente en Chile, y, en términos generales, la situación del mercado. 																																			
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> En la presentación, se definen los antecedentes más relevantes del marco regulatorio del litio, como el decreto de no concesionalidad debido a su designación como metal de interés nacional. Por otro lado, se complementa con información sobre el mercado del litio, mostrando gráficos relevantes como la oferta, demanda y el precio del metal. 																																			
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Tabla: Concesionalidad por país.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Propiedad</th> <th>Legislación</th> <th>Impuesto a la renta</th> <th>Royalty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Argentina</td> <td>Concesible</td> <td>Considerado un recurso estratégico en las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy. En estos casos los proyectos son aprobados por un comité de expertos.</td> <td>35%</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Australia</td> <td>Concesible</td> <td>Minerales son del Estado. El litio es tratado como cualquier otro producto mineral.</td> <td>30%</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Bolivia</td> <td>No concesible</td> <td>Por decreto, desde 6 de diciembre de 2010 todas las concesiones mineras vigentes pasan a ser "transitorias". Litio pertenece al Estado quien lo administra.</td> <td>25%</td> <td>12,5%</td> </tr> <tr> <td>Canadá</td> <td>Concesible</td> <td>Minerales son del Estado.</td> <td>16,5</td> <td>10-16%</td> </tr> <tr> <td>Chile</td> <td>No concesible</td> <td>Litio considerado estratégico y debe explotarse por el Estado o sus empresas o con contratos especiales. En concesiones anteriores al año 1979 se puede extraer.</td> <td>20%*</td> <td>Cobro depende de contratos</td> </tr> <tr> <td>EEUU</td> <td>No se requiere concesión</td> <td>Dueño de un terreno es dueño del subsuelo. Al explotar litio, extrae minerales de su propiedad.</td> <td>15-35%</td> <td>--</td> </tr> </tbody> </table>	País	Propiedad	Legislación	Impuesto a la renta	Royalty	Argentina	Concesible	Considerado un recurso estratégico en las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy. En estos casos los proyectos son aprobados por un comité de expertos.	35%	3%	Australia	Concesible	Minerales son del Estado. El litio es tratado como cualquier otro producto mineral.	30%	5%	Bolivia	No concesible	Por decreto, desde 6 de diciembre de 2010 todas las concesiones mineras vigentes pasan a ser "transitorias". Litio pertenece al Estado quien lo administra.	25%	12,5%	Canadá	Concesible	Minerales son del Estado.	16,5	10-16%	Chile	No concesible	Litio considerado estratégico y debe explotarse por el Estado o sus empresas o con contratos especiales. En concesiones anteriores al año 1979 se puede extraer.	20%*	Cobro depende de contratos	EEUU	No se requiere concesión	Dueño de un terreno es dueño del subsuelo. Al explotar litio, extrae minerales de su propiedad.	15-35%	--
País	Propiedad	Legislación	Impuesto a la renta	Royalty																																
Argentina	Concesible	Considerado un recurso estratégico en las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy. En estos casos los proyectos son aprobados por un comité de expertos.	35%	3%																																
Australia	Concesible	Minerales son del Estado. El litio es tratado como cualquier otro producto mineral.	30%	5%																																
Bolivia	No concesible	Por decreto, desde 6 de diciembre de 2010 todas las concesiones mineras vigentes pasan a ser "transitorias". Litio pertenece al Estado quien lo administra.	25%	12,5%																																
Canadá	Concesible	Minerales son del Estado.	16,5	10-16%																																
Chile	No concesible	Litio considerado estratégico y debe explotarse por el Estado o sus empresas o con contratos especiales. En concesiones anteriores al año 1979 se puede extraer.	20%*	Cobro depende de contratos																																
EEUU	No se requiere concesión	Dueño de un terreno es dueño del subsuelo. Al explotar litio, extrae minerales de su propiedad.	15-35%	--																																

Ficha N°10	Lectura específica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Ocmal. (2019). Marco normativo del litio chileno.</u>
Palabras claves:	Marco normativo del litio chileno.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En este informe, se presentan de manera cronológica y ordenada por fecha los principales antecedentes históricos de la regulación del litio en Chile.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Se establecen todas las cuotas de extracción autorizadas por el ente encargado de su aprobación, el Consejo Chileno de Energía Nuclear (CCHEN), hasta junio del año 2019. Además, se describen y complementan los cambios que ha experimentado el marco regulatorio del litio a lo largo de su historia, destacando cómo estos han impactado en la industria.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<ul style="list-style-type: none"> Figuras: Línea de tiempo. 

Ficha N°11	Lectura específica.				
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Gobierno de Chile. (2023). Estrategia nacional del litio. Chile.</u>				
Palabras claves:	Estrategia nacional del litio.				
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> Programa creado por el gobierno de Chile para abordar los desafíos asociados con el litio, que incluyen el avance sostenible en términos económicos, ambientales y sociales. 				
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Define la estrategia que el gobierno de Chile ha adoptado para enfrentar los desafíos relacionados con la producción de litio en el país, asegurando su sostenibilidad en términos económicos, ambientales y brindando apoyo a las comunidades circundantes. 				
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Figura: Creación de empresa nacional del litio.</p> <ul style="list-style-type: none"> Presentación Proyecto de Ley que crea la Empresa Nacional del Litio <table border="0"> <tr> <td>Responsable:</td> <td>Ministerio de Minería</td> </tr> <tr> <td>Otras entidades públicas involucradas:</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Ministerio Secretaría General de la Presidencia Ministerio de Hacienda Ministerio de Economía, Fomento y Turismo Corfo </td> </tr> </table>	Responsable:	Ministerio de Minería	Otras entidades públicas involucradas:	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio Secretaría General de la Presidencia Ministerio de Hacienda Ministerio de Economía, Fomento y Turismo Corfo
Responsable:	Ministerio de Minería				
Otras entidades públicas involucradas:	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio Secretaría General de la Presidencia Ministerio de Hacienda Ministerio de Economía, Fomento y Turismo Corfo 				

Ficha N°12	Lectura complementaria.
-------------------	--------------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Gobierno de Chile. (2023). Royalty Minero. Chile: Gob.cl.</u>																																				
Palabras claves:	Aprobación de ley: Royalty Minero.																																				
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	El presidente de la República de Chile promulga la ley del royalty minero, la cual otorga millonarios recursos, específicamente 450 millones de dólares. Estos recursos se distribuirán a través de tres fondos: <ul style="list-style-type: none"> • Fondo regional para la productividad y el desarrollo. • Fondo para la equidad territorial. • Fondo Comunas Mineras. 																																				
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • En la siguiente noticia, donde se aprueba la ley del royalty minero, en primera instancia se define qué es el royalty y por qué es tan común en todo el mundo. En segunda instancia, se establece cómo se utilizarán los recursos de la ley y los fondos en los cuales se distribuirán. 																																				
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: Montos regiones.  <table border="1"> <thead> <tr> <th>REGIÓN</th> <th>MILLONES \$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Arica y Parinacota</td><td>7.681</td></tr> <tr><td>Tarapacá</td><td>13.349</td></tr> <tr><td>Antofagasta</td><td>23.145</td></tr> <tr><td>Atacama</td><td>21.995</td></tr> <tr><td>Coquimbo</td><td>29.699</td></tr> <tr><td>Valparaíso</td><td>35.710</td></tr> <tr><td>Metropolitana</td><td>56.611</td></tr> <tr><td>O'Higgins</td><td>26.757</td></tr> <tr><td>Maule</td><td>29.432</td></tr> <tr><td>Biobío</td><td>33.166</td></tr> <tr><td>Ñuble</td><td>20.268</td></tr> <tr><td>La Araucanía</td><td>35.609</td></tr> <tr><td>Los Lagos</td><td>24.031</td></tr> <tr><td>Los Ríos</td><td>13.343</td></tr> <tr><td>Aysén</td><td>10.919</td></tr> <tr><td>Magallanes</td><td>10.721</td></tr> <tr><td>TOTAL</td><td>392.438</td></tr> </tbody> </table> <p><small>*Proyección estimada de distribución de ingresos.</small></p>	REGIÓN	MILLONES \$	Arica y Parinacota	7.681	Tarapacá	13.349	Antofagasta	23.145	Atacama	21.995	Coquimbo	29.699	Valparaíso	35.710	Metropolitana	56.611	O'Higgins	26.757	Maule	29.432	Biobío	33.166	Ñuble	20.268	La Araucanía	35.609	Los Lagos	24.031	Los Ríos	13.343	Aysén	10.919	Magallanes	10.721	TOTAL	392.438
REGIÓN	MILLONES \$																																				
Arica y Parinacota	7.681																																				
Tarapacá	13.349																																				
Antofagasta	23.145																																				
Atacama	21.995																																				
Coquimbo	29.699																																				
Valparaíso	35.710																																				
Metropolitana	56.611																																				
O'Higgins	26.757																																				
Maule	29.432																																				
Biobío	33.166																																				
Ñuble	20.268																																				
La Araucanía	35.609																																				
Los Lagos	24.031																																				
Los Ríos	13.343																																				
Aysén	10.919																																				
Magallanes	10.721																																				
TOTAL	392.438																																				

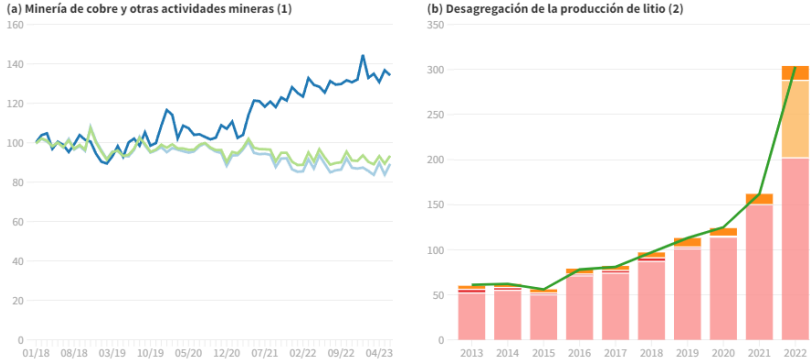
Ficha N°13	Lectura complementaria.
------------	-------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>CFA. (2023). Reflexiones sobre los desafíos fiscales del litio.</u>																
Palabras claves:	Reflexiones sobre los desafíos fiscales del litio en Chile																
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> El objetivo de este informe es analizar los desafíos que enfrentan las finanzas públicas debido al notable incremento de los ingresos fiscales por litio en los últimos tiempos. Estos ingresos podrían tener un componente transitorio que la metodología actual del Balance Estructural no aborda. 																
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Definir cómo el Fisco debe gestionar de manera sostenible a largo plazo los ingresos provenientes del litio, teniendo en cuenta su naturaleza potencialmente transitoria, es esencial. Es importante destacar que los ingresos fiscales del litio no se publican de manera individualizada en las estadísticas oficiales, por lo que se hace necesario recurrir a aproximaciones para su evaluación. 																
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Cuadro: “Estimación preliminar de los ingresos fiscales por litio en 2022”</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rentas de arrendamiento a la Corfo</th> <th>Impuesto a la renta e impuesto específico a la minería</th> <th>Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Millones de dólares</td> <td>3.121</td> <td>1.911</td> <td>5.032</td> </tr> <tr> <td>% de los ingresos fiscales</td> <td>4,0</td> <td>2,4</td> <td>6,4</td> </tr> <tr> <td>% del PIB</td> <td>1,0</td> <td>0,6</td> <td>1,6</td> </tr> </tbody> </table>		Rentas de arrendamiento a la Corfo	Impuesto a la renta e impuesto específico a la minería	Total	Millones de dólares	3.121	1.911	5.032	% de los ingresos fiscales	4,0	2,4	6,4	% del PIB	1,0	0,6	1,6
	Rentas de arrendamiento a la Corfo	Impuesto a la renta e impuesto específico a la minería	Total														
Millones de dólares	3.121	1.911	5.032														
% de los ingresos fiscales	4,0	2,4	6,4														
% del PIB	1,0	0,6	1,6														

Ficha N°14	Lectura fundamental.
Referencia bibliográfica o	<u>DEPP. (2017). Mercado Internacional del Litio y su Potencial en Chile. Chile: Guía Minera Chilena.</u>

Dirección web completa:																															
Palabras claves:	Mercado internacional del litio y el potencial de litio en salares del norte de Chile.																														
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2. Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En este informe de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) en colaboración con la Dirección de Estudios y Políticas Públicas (DEPP), se lleva a cabo un análisis exhaustivo del mercado internacional del litio y se evalúa su potencial para el país. 																														
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> El informe define y complementa aspectos relevantes para el estudio al realizar proyecciones en diversas áreas fundamentales, como la oferta, la demanda y las ventas proyectadas de vehículos eléctricos. Además, señala que, a pesar del actual auge en la demanda de la industria del litio, dada la rapidez con la que avanza la tecnología, existe la posibilidad de que surja un sustituto más viable económicamente en el futuro. En este sentido, se destaca la importancia de tomar medidas para aprovechar los recursos y desarrollar una industria que sea competitiva a largo plazo. 																														
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Tabla: Comparación de salares.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Salar</th> <th>Superficie (km²)</th> <th>Tasa de evaporación (mm / año)</th> <th>Relación Mg / Li</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chile</td> <td>Salar de Atacama</td> <td>3.000</td> <td>3.200</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Argentina</td> <td>Salar de Hombre Muerto</td> <td>565</td> <td>2.710</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Argentina</td> <td>Salar de Olaroz - Cauchari</td> <td>278</td> <td>2.600</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Bolivia</td> <td>Bolivia Salar Uyuni</td> <td>10.582</td> <td>1.789</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Estados Unidos</td> <td>Silver Peak</td> <td>83</td> <td>1.300</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	País	Salar	Superficie (km ²)	Tasa de evaporación (mm / año)	Relación Mg / Li	Chile	Salar de Atacama	3.000	3.200	6	Argentina	Salar de Hombre Muerto	565	2.710	1	Argentina	Salar de Olaroz - Cauchari	278	2.600	3	Bolivia	Bolivia Salar Uyuni	10.582	1.789	19	Estados Unidos	Silver Peak	83	1.300	1
País	Salar	Superficie (km ²)	Tasa de evaporación (mm / año)	Relación Mg / Li																											
Chile	Salar de Atacama	3.000	3.200	6																											
Argentina	Salar de Hombre Muerto	565	2.710	1																											
Argentina	Salar de Olaroz - Cauchari	278	2.600	3																											
Bolivia	Bolivia Salar Uyuni	10.582	1.789	19																											
Estados Unidos	Silver Peak	83	1.300	1																											

Ficha N°15	Lectura fundamental.
Referencia bibliográfica o	<u>Banco central. (2023). Importancia reciente del litio en la economía chilena.</u>

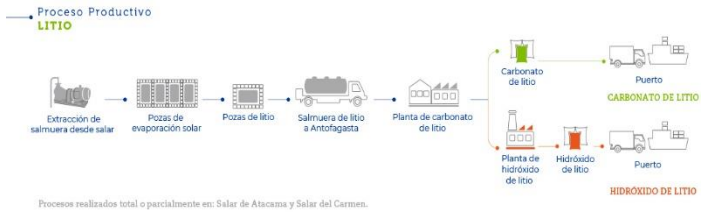
Dirección web completa:	<u>En:</u> <u>https://www.bcentral.cl/contenido/detalle/importancia-reciente-del-litio-en-la-economia-chilena</u>
Palabras claves:	Análisis económico del litio en Chile.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué el litio es relevante para la transición energética a nivel mundial? Además, se analiza el impacto del litio en las exportaciones de bienes chilenos y cómo ha influido en la evolución del Producto Interno Bruto (PIB) minero del país.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • En este informe de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) en colaboración con la Dirección de Estudios y Políticas Públicas (DEPP), se realiza un análisis exhaustivo del mercado internacional del litio y se examinan las predicciones para los próximos años según el informe de COCHILCO. Además, se detalla cómo la presencia del litio ha impactado en la evolución del Producto Interno Bruto (PIB) de Chile y se explica por qué esta influencia es de gran importancia para el país.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Gráficos:  <p>(a) Minería de cobre y otras actividades mineras (1)</p> <p>(b) Desagregación de la producción de litio (2)</p>

Ficha N°16	Lectura complementaria.
-------------------	--------------------------------


Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Osses. L. (2021). El litio y la era de un nuevo Código de Minería. Chile: Minería Chile.</u> <u>En: https://www.mch.cl/columnas/chile-2022-el-litio-y-la-era-de-un-nuevo-codigo-de-mineria/#</u>																												
Palabras claves:	El litio y la era de un nuevo código de minería																												
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> Los cambios que conllevaría la aprobación de la nueva propuesta de la constitución de Chile incluirían la instauración de un nuevo código de minería que reemplazaría al existente desde 1983. Esta actualización representaría transformaciones significativas para la industria minera del país. 																												
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Orienta hacia una perspectiva informada y detallada de los posibles cambios que podrían surgir ante una modificación en la Constitución y el Código de Minería en Chile. Responde fundamentadamente a las preguntas clave que han surgido en este contexto, abordando las grandes interrogantes que se han planteado. 																												
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Tablas: <p style="text-align: center;">SQM: BALANCE OPERACIONAL DEL LITIO EN EL SALAR DE ATACAMA</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Periodo 1996-2019</th> <th style="text-align: center;">Periodo 2020 -2030 (proyectado)</th> <th style="text-align: center;">Periodo Total (1996 – 2030)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Salmuera fresca total Extraída(millones m3)</td> <td style="text-align: center;">823,2 (*)</td> <td style="text-align: center;">541,6</td> <td style="text-align: center;">1364,8</td> </tr> <tr> <td>Litio total extraído en la salmuera fresca (tons Li metálico)</td> <td style="text-align: center;">1.664.000</td> <td style="text-align: center;">1.008.000</td> <td style="text-align: center;">2.672.000</td> </tr> <tr> <td>Litio en productos finales (ton Li metálico)</td> <td style="text-align: center;">137.000 (*)</td> <td style="text-align: center;">240.000</td> <td style="text-align: center;">377.000</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia (%) recuperación Litio</td> <td style="text-align: center;">8,2</td> <td style="text-align: center;">23,8</td> <td style="text-align: center;">14,1</td> </tr> <tr> <td>Litio no recuperado en los procesos (ton litio metálico)</td> <td style="text-align: center;">1.527.000</td> <td style="text-align: center;">768.000</td> <td style="text-align: center;">2.295.000</td> </tr> <tr> <td>Valorización económica del litio posible de recuperar (recup. 30%)</td> <td style="text-align: center;">US\$ 6.000.000 mill.</td> <td style="text-align: center;">US\$ 3.000.000 mill.</td> <td style="text-align: center;">US\$ 9.000.000 mill.</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">(*)Nota: Como fuente de información se ha utilizado el Informe N° 12 de Extracción Anual de Salmuera de las Operaciones en el Salár de Atacama emitido por la Vicepresidencia Operaciones Potasio Litio de SQM (Enero 2020, Internet-Google) e Información de Corfo en el período 1995-2007 y de CCHEN y Sernageomin emitida en diversos seminarios y del Comité de Sales Mixtas de Corfo.</p>		Periodo 1996-2019	Periodo 2020 -2030 (proyectado)	Periodo Total (1996 – 2030)	Salmuera fresca total Extraída(millones m3)	823,2 (*)	541,6	1364,8	Litio total extraído en la salmuera fresca (tons Li metálico)	1.664.000	1.008.000	2.672.000	Litio en productos finales (ton Li metálico)	137.000 (*)	240.000	377.000	Eficiencia (%) recuperación Litio	8,2	23,8	14,1	Litio no recuperado en los procesos (ton litio metálico)	1.527.000	768.000	2.295.000	Valorización económica del litio posible de recuperar (recup. 30%)	US\$ 6.000.000 mill.	US\$ 3.000.000 mill.	US\$ 9.000.000 mill.
	Periodo 1996-2019	Periodo 2020 -2030 (proyectado)	Periodo Total (1996 – 2030)																										
Salmuera fresca total Extraída(millones m3)	823,2 (*)	541,6	1364,8																										
Litio total extraído en la salmuera fresca (tons Li metálico)	1.664.000	1.008.000	2.672.000																										
Litio en productos finales (ton Li metálico)	137.000 (*)	240.000	377.000																										
Eficiencia (%) recuperación Litio	8,2	23,8	14,1																										
Litio no recuperado en los procesos (ton litio metálico)	1.527.000	768.000	2.295.000																										
Valorización económica del litio posible de recuperar (recup. 30%)	US\$ 6.000.000 mill.	US\$ 3.000.000 mill.	US\$ 9.000.000 mill.																										


Ficha N°17	Lectura
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Galbarro. H. (2023). Propiedades del Litio y sus Aplicaciones. Ingemecanica.</u> <u>En:</u> <u>https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn156.html</u>
Palabras claves:	Propiedades del litio y sus aplicaciones
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En este blog se lleva a cabo un análisis exhaustivo del litio, cubriendo conceptos e ideas fundamentales como los métodos de obtención del litio, su industria, sus aplicaciones y sus diversos usos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Los aportes específicos obtenidos del blog son de gran importancia, ya que definen, respaldan y complementan muchos de los temas fundamentales de la investigación, tales como la composición del litio, sus propiedades químicas, los métodos de producción y todas las aplicaciones y usos de este metal.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<ul style="list-style-type: none"> Figura: Características de las baterías de litio.

Ficha N°18	Lectura específica.
-------------------	----------------------------

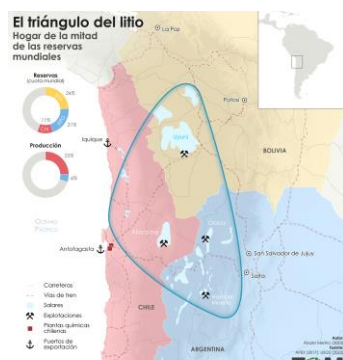
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>SQM. (2023). Procesos de producción.</u> En: <u>https://www.sqm.com/acerca-de-sqm/recursos-naturales/proceso-de-produccion/</u>
Palabras claves:	Proceso de producción del litio y derivados
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • La producción de Carbonato de Litio e Hidróxido de Litio se origina a partir de soluciones de cloruro de litio obtenidas en el Salar de Atacama como subproducto de la producción de cloruro de potasio. Estas soluciones son procesadas posteriormente para obtener Carbonato e Hidróxido de Litio en una planta ubicada en el Salar del Carmen, en las cercanías de Antofagasta.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • En el blog de la página de SQM, se definen los diferentes tipos de minerales que se extraen, junto con sus procesos productivos. Además, se detallan los lugares de explotación de los distintos minerales y los sitios de producción, complementando la información con imágenes que ilustran cada uno de los procesos productivos.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Imagen:  <p>Procesos realizados total o parcialmente en: Salar de Atacama y Salar del Carmen.</p>

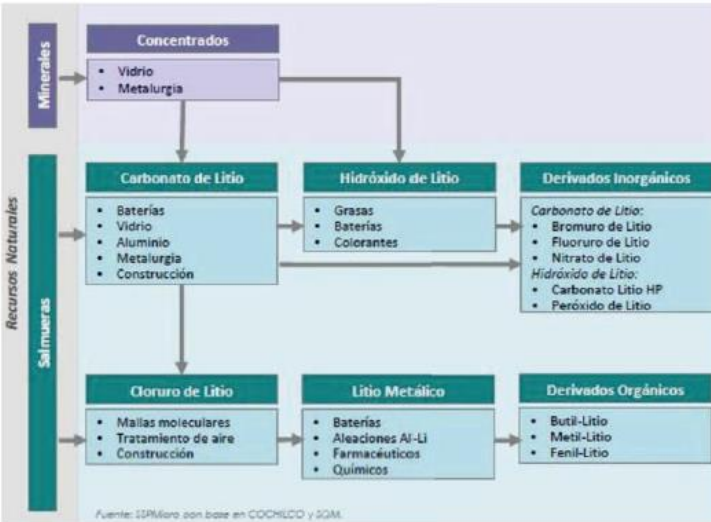
Ficha N°19	Lectura específica.
-------------------	----------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u><i>Malaespina. (2023). Cuáles son las empresas que producen litio en Chile.</i></u> <u><i>En:</i></u> <u><i>https://www.malaespinacheck.cl/pais/2023/04/25/cuales-son-las-empresas-que-producen-litio-en-chile/</i></u>
Palabras claves:	Empresas que producen litio en Chile 2023.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> El artículo se centra en identificar las empresas que actualmente producen litio en Chile, analizando las razones detrás de la continuidad de estas empresas y explorando por qué no ha habido la entrada de nuevas compañías para competir en este sector. Además, se detalla la información sobre los intentos de diversos gobiernos para crear nuevas licitaciones de empresas productoras de litio, destacando los fallos, como en el caso del gobierno del expresidente Sebastián Piñera.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Con este artículo se lograron varios aportes, incluyendo la definición de las empresas que, para 2023, producen litio en Chile. También se respalda la respuesta a la pregunta sobre por qué no se han establecido nuevas empresas productoras de litio a pesar del auge de este mineral. Además, se complementa la información con detalles sobre los intentos por parte de los gobiernos para licitar nuevas empresas en este sector.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<ul style="list-style-type: none"> Figuras: 


Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Concepto. (2023). Litio.</u> <u>En: https://concepto.de/litio/</u>
Palabras claves:	Explicación de que es el litio, de donde proviene, los usos y presencia en el cuerpo humano.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	En esta página dedicada a la química, su historia y aplicaciones, se proporciona un contexto completo del litio como elemento químico. Se abarcan varios aspectos del metal, incluyendo su definición como elemento químico, sus diversos usos, su posición en la tabla periódica y su presencia en el cuerpo humano. Este enfoque integral ofrece una comprensión más profunda del litio desde diferentes perspectivas, permitiendo a los lectores obtener una visión más completa de este elemento y sus implicaciones en varios campos.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	Los aportes que se obtendrán gracias a esta página son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Define y explica qué es el litio y de dónde proviene como elemento químico. - Ofrece orientación sobre los usos y aplicaciones de este. - Complementa la información abordando el litio y su presencia en el cuerpo humano.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: 


Ficha N°21	Lectura fundamental.																										
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Cochilco.(2023).El Mercado del litio. Chile: Cochilco.</u>																										
Palabras claves:	El mercado del litio y el desarrollo de proyecciones al 2035.																										
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En este informe elaborado por la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco), además de reflejar los datos más recientes, se amplía la proyección de demanda y oferta hasta el año 2035. Asimismo, se incorporan cifras relacionadas con la evolución del presupuesto de exploración y se lleva a cabo un análisis más detallado sobre la importancia del litio para Chile. 																										
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> El informe proporciona una proyección de la demanda y oferta de litio hasta el año 2035, incorporando cifras relativas a la evolución del presupuesto de exploración. Además, se lleva a cabo un análisis detallado de la importancia del litio para Chile. Es importante señalar que estas proyecciones se realizan sin tener en cuenta la estrategia nacional del litio impulsada por el gobierno el 20 de abril de 2023. 																										
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Gráficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Consumo de litio por uso final y según jurisdicción: <p>(a) Demanda por uso final</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Uso Final</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vehículos eléctricos</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>Otras baterías y almacenamiento energético</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Vidrios y cerámicas</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Artículos electrónicos</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Grasas y lubricantes</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table> <p>(b) Demanda por zona geográfica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Zona Geográfica</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>China</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Unión Europea</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>Norteamérica</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Resto de Asia</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Uso Final	Porcentaje	Vehículos eléctricos	65%	Otras baterías y almacenamiento energético	11%	Vidrios y cerámicas	7%	Artículos electrónicos	7%	Otros	6%	Grasas y lubricantes	4%	Zona Geográfica	Porcentaje	China	55%	Unión Europea	21%	Norteamérica	14%	Resto de Asia	7%	Otros	3%
Uso Final	Porcentaje																										
Vehículos eléctricos	65%																										
Otras baterías y almacenamiento energético	11%																										
Vidrios y cerámicas	7%																										
Artículos electrónicos	7%																										
Otros	6%																										
Grasas y lubricantes	4%																										
Zona Geográfica	Porcentaje																										
China	55%																										
Unión Europea	21%																										
Norteamérica	14%																										
Resto de Asia	7%																										
Otros	3%																										

Ficha N°22	Lectura fundamental.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Gamba. M. (2019). <i>Industria, ciencia y política en el Triángulo del Litio. Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.</i></u>
Palabras claves:	Industria, ciencia y política en el Triángulo del Litio.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • Los Andes sudamericanos albergan las mayores reservas de salares en el mundo, pero aún es incierto si se puede lograr el tránsito y la agregación de valor que va desde el salar hasta las baterías. En este contexto, abordamos la interrelación histórica y actual entre la ciencia, la política y la industria de las baterías en Argentina, Bolivia y Chile.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<p>Al llevar a cabo un análisis de la industria del litio en Sudamérica, en particular en Bolivia, Chile y Argentina, conocidos como el triángulo del litio, se aportan definiciones fundamentales que incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La emergencia histórica del litio como problema en Sudamérica. • Tecnología y extracción de litio: organicidad, insularidad y privatización. • Materiales activos: política estratégica, a nivel nacional y provincial.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Figura:</p>  <p>El triángulo del litio Hogar de la mitad de las reservas mundiales</p> <p>Reservas mundiales: 2018, 2019, 2020</p> <p>Producción: 2018, 2019, 2020</p> <p>Ciudades: Antofagasta, Salta, San Salvador de Jujuy</p> <p>Legenda: Carreteras, Vías de ferrocarril, Salares, Explotaciones, Planta química china, Puerto de embarque</p> <p>Mapa de EOM</p>

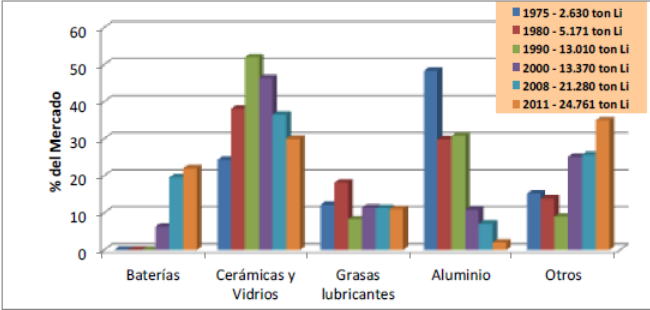
Ficha N°23	Lectura específica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Witker. J. (2021). EL LITIO. Mexico:Unam.</u>
Palabras claves:	El litio como mineral estratégico.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> La importancia estratégica del litio radica en sus diversos usos en distintos ámbitos. Es un elemento clave para el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la transformación y almacenamiento de energía a bajo costo y de manera sostenible. Además, desempeña un papel crucial en el campo de la eficiencia energética a través de la producción de aleaciones livianas.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Se realizan diversos aportes en varias áreas de la industria del litio, que abarcan la geografía de las fuentes de litio en el mundo y las experiencias internacionales en la producción, exploración, explotación y beneficios de este mineral.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Cuadro explicativo:  <p>El diagrama ilustra el ciclo de procesamiento del litio. Comienza con 'Minerales' y 'Salmueras' que se convierten en 'Concentrados' (Vidrio, Metalurgia). Los concentrados se transforman en 'Carbonato de Litio' (Baterías, Vidrio, Aluminio, Metalurgia, Construcción) y 'Hidróxido de Litio' (Grasas, Baterías, Colorantes). El carbonato de litio también puede convertirse en 'Cloruro de Litio' (Mallas moleculares, Tratamiento de aire, Construcción). El hidróxido de litio se convierte en 'Litio Metálico' (Baterías, Aleaciones Al-Li, Farmacéuticos, Químicos). Finalmente, tanto el carbonato como el hidróxido de litio se utilizan para producir 'Derivados Inorgánicos' (Carbonato de Litio: Bromuro de Litio, Fluoruro de Litio, Nitrato de Litio; Hidróxido de Litio: Carbonato Litio HP, Peróxido de Litio) y 'Derivados Orgánicos' (Butil-Litio, Metil-Litio, Fenil-Litio).</p> <p>Fuente: IGMilero con base en COORLCO y SGM.</p>

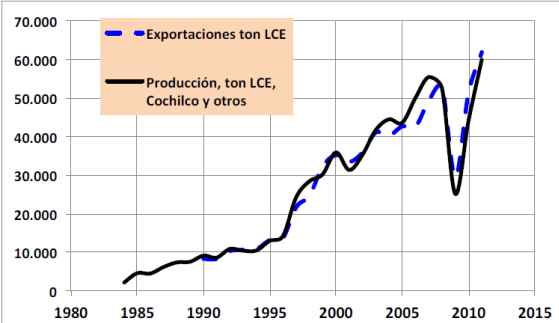
Ficha N°24	Lectura complementaria.
-------------------	--------------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://www.bnamericas.com/es/noticias/estrategia-del-litio-de-chile-una-carrera-contra-el-tiempo
Palabras claves:	Estrategia del litio de Chile: una carrera contra el tiempo.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta es: ¿Chile logrará acelerar la industrialización para aprovechar el auge que vive el metal antes de que salga a la luz un sustituto o antes de que el reciclaje tome mayor peso en el mundo?
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza una investigación relevante sobre la industria del litio en Chile, donde se plantea la pregunta de si, con las políticas actuales implementadas por el gobierno del presidente Gabriel Boric y considerando los yacimientos disponibles en el país, se logrará aprovechar el auge del litio antes de que surja una nueva tecnología o elemento que pueda sustituir al litio.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: 

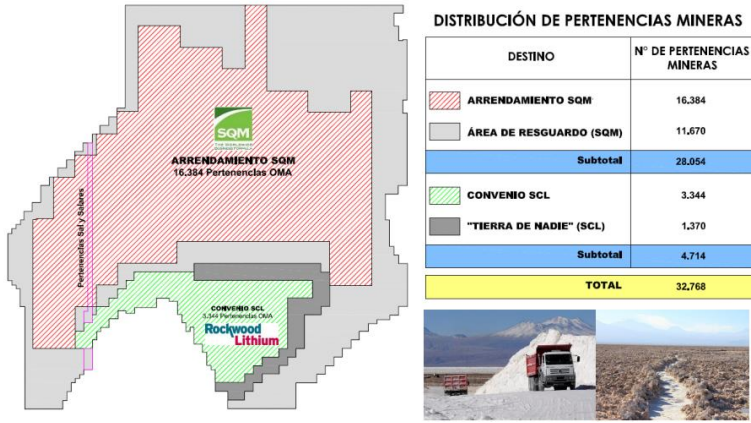
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Barría. C. (2023). En qué se diferencian los modelos de explotación de litio de Chile, Bolivia, Argentina y México. Chile. BBC.</u> En: https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-65450780
Palabras claves:	Los tipos de modelos de explotación de litio en Sudamérica y sus diferencias.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • “En qué se diferencian los modelos de explotación de litio de Chile, Bolivia, Argentina y México (y qué los une).”
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • La pregunta formulada es: "¿Cuál es la mejor manera de aprovechar el litio en Chile, considerando el reciente y ambicioso plan presentado por el gobierno del país?" Dado que América Latina alberga el 60% de las reservas mundiales de litio, con una concentración significativa en Argentina, Chile y Bolivia, es crucial analizar cuál sería la fórmula más adecuada a seguir.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: 

Ficha N°26	Lectura fundamental.
-------------------	-----------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Lagos. G. (2012). El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012. Chile: PUC.</u>																																										
Palabras claves:	El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012.																																										
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> El informe proporciona un estudio completo de la industria del litio en Chile, abarcando desde la historia del descubrimiento del litio en el país hasta los recursos disponibles, la demanda, la producción y el debate en Chile en torno a este metal. 																																										
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> El informe ofrece una investigación detallada y completa de la industria del litio en Chile, abarcando el periodo desde 1984 hasta 2012. Proporciona información relevante, incluyendo definiciones sobre el desarrollo del litio en Chile durante ese período, la entrada del país en la industria del litio, el valor agregado asociado y la demanda en dicho sector. 																																										
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Gráficos: <ul style="list-style-type: none"> Usos del litio a nivel global (antes de la electromovilidad”.  <table border="1"> <caption>Estimated data from the bar chart</caption> <thead> <tr> <th>Sector</th> <th>1975</th> <th>1980</th> <th>1990</th> <th>2000</th> <th>2008</th> <th>2011</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baterías</td> <td>~1%</td> <td>~2%</td> <td>~5%</td> <td>~10%</td> <td>~20%</td> <td>~25%</td> </tr> <tr> <td>Cerámicas y Vidrios</td> <td>~25%</td> <td>~40%</td> <td>~55%</td> <td>~48%</td> <td>~38%</td> <td>~32%</td> </tr> <tr> <td>Grasas lubricantes</td> <td>~15%</td> <td>~20%</td> <td>~10%</td> <td>~12%</td> <td>~13%</td> <td>~12%</td> </tr> <tr> <td>Aluminio</td> <td>~50%</td> <td>~30%</td> <td>~32%</td> <td>~10%</td> <td>~8%</td> <td>~4%</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>~15%</td> <td>~18%</td> <td>~10%</td> <td>~25%</td> <td>~28%</td> <td>~35%</td> </tr> </tbody> </table>	Sector	1975	1980	1990	2000	2008	2011	Baterías	~1%	~2%	~5%	~10%	~20%	~25%	Cerámicas y Vidrios	~25%	~40%	~55%	~48%	~38%	~32%	Grasas lubricantes	~15%	~20%	~10%	~12%	~13%	~12%	Aluminio	~50%	~30%	~32%	~10%	~8%	~4%	Otros	~15%	~18%	~10%	~25%	~28%	~35%
Sector	1975	1980	1990	2000	2008	2011																																					
Baterías	~1%	~2%	~5%	~10%	~20%	~25%																																					
Cerámicas y Vidrios	~25%	~40%	~55%	~48%	~38%	~32%																																					
Grasas lubricantes	~15%	~20%	~10%	~12%	~13%	~12%																																					
Aluminio	~50%	~30%	~32%	~10%	~8%	~4%																																					
Otros	~15%	~18%	~10%	~25%	~28%	~35%																																					

Ficha N°27	Lectura fundamental.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Lagos. G. (2018). El desarrollo del litio en Chile: 1984-2017. Chile: PUC.</u>
Palabras claves:	El desarrollo del litio en Chile: 1984-2017.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	Esta investigación es la actualización de <u>Lagos. G. (2012). El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012. Chile: PUC.</u> En el cual aborda los nuevos desafíos que tendría el litio en la industria chilena.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	En esta segunda parte, se presentan datos actualizados relevantes sobre la industria del litio en Chile hasta el año 2017, abordando los posibles desafíos futuros que podría enfrentar la industria en los próximos años y que podrían tener implicaciones significativas para el país.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Gráfico: Producción de litio expresado en toneladas de LCE. 

Ficha N°28	Lectura complementaria.
-------------------	--------------------------------

<p>Referencia bibliográfica o Dirección web completa:</p>	<p><u>Corfo. (2016). PRESENTACIÓN COMISIÓN INVESTIGADORA LITIO. Chile: Corfo.</u> <u>En:</u> <u>https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmlD=63026&prmtIPO=DOCUMENTOCOMISION</u></p>																
<p>Palabras claves:</p>	<p>Presentación de Corfo: Comisión investigadora del litio.</p>																
<p>Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En esta presentación de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), se proporciona información relevante a la Cámara de Diputados y Senadores del país sobre el litio en Chile. Con el objetivo de facilitar la comprensión, se lleva a cabo un análisis integral de la industria del litio en Chile, abarcando temas de importancia como el marco normativo y el mercado de este recurso. 																
<p>Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes</p>	<p>El aporte que realiza Corfo con esta presentación se divide en varios tipos, los cuales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corfo y los salares. • Perspectivas de mercado. • Comisión nacional del litio / puesta en marcha de la política. • Estrategia país. • Modificación contrato con rockwood/albemarle. 																
<p>Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Figura: Áreas de arrendamiento:  <p>DISTRIBUCIÓN DE PERTENENCIAS MINERAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESTINO</th> <th>Nº DE PERTENENCIAS MINERAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARRENDAMIENTO SQM</td> <td>16.384</td> </tr> <tr> <td>ÁREA DE RESGUARDO (SQM)</td> <td>11.670</td> </tr> <tr> <td>Subtotal</td> <td>28.054</td> </tr> <tr> <td>CONVENIO SCL</td> <td>3.344</td> </tr> <tr> <td>"TIERRA DE NADIE" (SCL)</td> <td>1.370</td> </tr> <tr> <td>Subtotal</td> <td>4.714</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>32.768</td> </tr> </tbody> </table> <p>El mapa muestra un territorio con diferentes zonas de color: una gran zona roja con líneas diagonales (Arrendamiento SQM), una zona gris (Área de Resguardo SQM), una zona verde (Convenio SCL) y una zona blanca (Tierra de Nadie SCL). Se ven logos de SQM y Rockwood Lithium. Hay una etiqueta vertical que dice 'Perpetuidad Sal y Salmes'. En la parte inferior derecha hay dos fotografías: una de un camión en una mina y otra de un camino en un desierto.</p>	DESTINO	Nº DE PERTENENCIAS MINERAS	ARRENDAMIENTO SQM	16.384	ÁREA DE RESGUARDO (SQM)	11.670	Subtotal	28.054	CONVENIO SCL	3.344	"TIERRA DE NADIE" (SCL)	1.370	Subtotal	4.714	TOTAL	32.768
DESTINO	Nº DE PERTENENCIAS MINERAS																
ARRENDAMIENTO SQM	16.384																
ÁREA DE RESGUARDO (SQM)	11.670																
Subtotal	28.054																
CONVENIO SCL	3.344																
"TIERRA DE NADIE" (SCL)	1.370																
Subtotal	4.714																
TOTAL	32.768																


Ficha N°29	Lectura específica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>DEPP. (2009). Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio. Chile: Cochilco.</u>
Palabras claves:	Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En este informe, se busca proporcionar información actualizada y confiable con el objetivo de contribuir a la creación de políticas públicas efectivas. Dado el previsible aumento acelerado de la demanda de litio en el futuro, se destaca la necesidad de un activo rol de las políticas públicas para permitir al país aprovechar las ventajas comparativas en la explotación y desarrollo de la minería del litio.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> En este informe de la Comisión Chilena del Cobre, se lleva a cabo un análisis del litio hasta el año 2009, abordando aspectos como la producción, los principales usos, la demanda y los desafíos futuros de las políticas públicas. El informe aporta datos relevantes, incluyendo información sobre los procesos de producción del litio y las licitaciones que se han llevado a cabo.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<ul style="list-style-type: none"> Figura: Árbol de compuestos de litio.


Ficha N°30	Lectura complementaria.
Referencia bibliográfica o	<u>Berroeta. E. (2023). EJECUCIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DEL LITIO 2016-2022. Chile. U Chile.</u>


Dirección web completa:																																																	
Palabras claves:	Renegociación de contratos entre Corfo, SQM y Rockwood-Albemarle en el Salar de Atacama y Contrato Especial de Operación de Litio en el Salar de Maricunga.																																																
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	En esta tesis, presentada para optar al grado de licenciado en ciencias jurídicas, se realiza un diagnóstico del estado de avance en la ejecución de la Política Nacional del Litio del año 2016. La investigación se centra en los tres hitos más importantes del cumplimiento de esta política: la renegociación de los contratos que rigen a las dos operaciones de litio activas en el país, correspondientes a las empresas Albemarle y SQM, ambas en el Salar de Atacama, y el Contrato Especial de Operación de Litio en el Salar de Maricunga celebrado entre el Estado de Chile y la sociedad filial de CODELCO Salar de Maricunga Spa.																																																
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Esta tesis tiene como objetivo obtener información adicional y detallada sobre el estudio de las licitaciones, el marco normativo y las renegociaciones establecidas en Chile entre Corfo y las empresas encargadas de la producción de litio en el país. Es esencial destacar la importancia de estos análisis, ya que proporcionan datos valiosos para comprender la dinámica de la industria del litio. 																																																
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Cuadro: Rangos de precios.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARBONATO DE LITIO</th> <th colspan="2">HIDRÓXIDO DE LITIO</th> <th colspan="2">CLORURO DE POTASIO</th> </tr> <tr> <th>Rango de precio</th> <th>Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)</th> <th>Rango de precio</th> <th>Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)</th> <th>Rango de Precio Potasio en USD/MT</th> <th>Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 a 4.000</td> <td>6,8% (*)</td> <td>0 a 4.000</td> <td>6,8%</td> <td>0 a 300</td> <td>3,0%</td> </tr> <tr> <td>Sobre 4.000 a 5.000</td> <td>8,0%</td> <td>Sobre 4.000 a 5.000</td> <td>8,0%</td> <td>Sobre 300 a 400</td> <td>7,0%</td> </tr> <tr> <td>Sobre 5.000 a 6.000</td> <td>10,0%</td> <td>Sobre 5.000 a 6.000</td> <td>10,0%</td> <td>Sobre 400 a 500</td> <td>10,0%</td> </tr> <tr> <td>Sobre 6.000 a 7.000</td> <td>17,0%</td> <td>Sobre 6.000 a 9.000</td> <td>17,0%</td> <td>Sobre 500 a 600</td> <td>15,0%</td> </tr> <tr> <td>Sobre 7.000 a 10.000</td> <td>25,0%</td> <td>Sobre 9.000 a 11.000</td> <td>25,0%</td> <td>Sobre 600</td> <td>20,0%</td> </tr> <tr> <td>Sobre 10.000</td> <td>40,0%</td> <td>Sobre 11.000</td> <td>40,0%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CARBONATO DE LITIO		HIDRÓXIDO DE LITIO		CLORURO DE POTASIO		Rango de precio	Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)	Rango de precio	Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)	Rango de Precio Potasio en USD/MT	Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)	0 a 4.000	6,8% (*)	0 a 4.000	6,8%	0 a 300	3,0%	Sobre 4.000 a 5.000	8,0%	Sobre 4.000 a 5.000	8,0%	Sobre 300 a 400	7,0%	Sobre 5.000 a 6.000	10,0%	Sobre 5.000 a 6.000	10,0%	Sobre 400 a 500	10,0%	Sobre 6.000 a 7.000	17,0%	Sobre 6.000 a 9.000	17,0%	Sobre 500 a 600	15,0%	Sobre 7.000 a 10.000	25,0%	Sobre 9.000 a 11.000	25,0%	Sobre 600	20,0%	Sobre 10.000	40,0%	Sobre 11.000	40,0%		
CARBONATO DE LITIO		HIDRÓXIDO DE LITIO		CLORURO DE POTASIO																																													
Rango de precio	Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)	Rango de precio	Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)	Rango de Precio Potasio en USD/MT	Tasa Comisión Escalonada, Progresiva y Marginal (%)																																												
0 a 4.000	6,8% (*)	0 a 4.000	6,8%	0 a 300	3,0%																																												
Sobre 4.000 a 5.000	8,0%	Sobre 4.000 a 5.000	8,0%	Sobre 300 a 400	7,0%																																												
Sobre 5.000 a 6.000	10,0%	Sobre 5.000 a 6.000	10,0%	Sobre 400 a 500	10,0%																																												
Sobre 6.000 a 7.000	17,0%	Sobre 6.000 a 9.000	17,0%	Sobre 500 a 600	15,0%																																												
Sobre 7.000 a 10.000	25,0%	Sobre 9.000 a 11.000	25,0%	Sobre 600	20,0%																																												
Sobre 10.000	40,0%	Sobre 11.000	40,0%																																														

Ficha N°31	Lectura fundamental
-------------------	----------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://www.emol.com/noticias/Economia/2023/08/22/1104777/boom-litio-precio.html																														
Palabras claves:	¿Pasó el "boom"?: Expertos abordan la baja de precios del litio y urgen a Chile "pisar el acelerador"																														
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> La noticia refleja la pregunta "¿Pasó el 'boom'?" debido a que SQM presentó los resultados del segundo trimestre de 2023, destacando la disminución del 32% en las ganancias y una brusca caída del 37% en el precio promedio de venta de litio en comparación con el mismo periodo del año anterior. El valor de transacción de la tonelada se ubicó en US\$34 mil, muy por debajo de los US\$54 mil del segundo trimestre de 2022. Esto plantea la interrogante sobre si el auge experimentado anteriormente en la industria del litio ha llegado a su fin. 																														
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> El aporte de esta noticia es fundamental para la hipótesis de esta tesis, ya que respalda con evidencia de un sitio confiable como es Emol, la incertidumbre por la que está atravesando la industria del litio. Además, plantea la posibilidad de cambios significativos en el panorama del litio en los próximos años y qué expectativas se pueden esperar de este sector. 																														
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Gráfico: Evolución del volumen y precios del litio vendido por SQM <table border="1"> <caption>Evolución del volumen y precios del litio vendido por SQM</caption> <thead> <tr> <th>Periodo</th> <th>Volumen de ventas (MT)</th> <th>Precio promedio (US\$/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2Q2021</td> <td>24</td> <td>\$37</td> </tr> <tr> <td>3Q2021</td> <td>22</td> <td>\$38</td> </tr> <tr> <td>4Q2021</td> <td>31</td> <td>\$45</td> </tr> <tr> <td>1Q2022</td> <td>38</td> <td>\$54</td> </tr> <tr> <td>2Q2022</td> <td>34</td> <td>\$56</td> </tr> <tr> <td>3Q2022</td> <td>42</td> <td>\$59</td> </tr> <tr> <td>4Q2022</td> <td>43</td> <td>\$51</td> </tr> <tr> <td>1Q2023</td> <td>32</td> <td>\$45</td> </tr> <tr> <td>2Q2023</td> <td>43</td> <td>\$34</td> </tr> </tbody> </table>	Periodo	Volumen de ventas (MT)	Precio promedio (US\$/kg)	2Q2021	24	\$37	3Q2021	22	\$38	4Q2021	31	\$45	1Q2022	38	\$54	2Q2022	34	\$56	3Q2022	42	\$59	4Q2022	43	\$51	1Q2023	32	\$45	2Q2023	43	\$34
Periodo	Volumen de ventas (MT)	Precio promedio (US\$/kg)																													
2Q2021	24	\$37																													
3Q2021	22	\$38																													
4Q2021	31	\$45																													
1Q2022	38	\$54																													
2Q2022	34	\$56																													
3Q2022	42	\$59																													
4Q2022	43	\$51																													
1Q2023	32	\$45																													
2Q2023	43	\$34																													

Ficha N°32	Lectura Especifica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<p><u>Garreton. M. 2023. ¿Preocupación para Chile?: Estudio habría encontrado el depósito de litio más grande del mundo en Estados Unidos. Chile: Emol.</u></p> <p><u>En:</u></p> <p><u>https://www.emol.com/noticias/Economia/2023/09/12/1107013/estados-unidos-litio-chile.html</u></p>
Palabras claves:	¿Preocupación para Chile?: Estudio habría encontrado el depósito de litio más grande del mundo en Estados Unidos
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • “Un depósito de litio descubierto recientemente a lo largo de la frontera entre los estados de Nevada y Oregón, Estados Unidos, puede estar entre los más grandes del mundo. Esto, tendría implicaciones potencialmente enormes para la transición a los vehículos eléctricos y, por supuesto, para Chile.”
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • Con esta noticia, se refuerza la tesis de que la industria del litio en Chile está atravesando por una incertidumbre, influenciada por factores externos, como el descubrimiento de un yacimiento entre Nevada y Oregón, Estados Unidos, considerado por expertos como el más grande del mundo. Esta noticia es de gran relevancia para el estudio, ya que no solo informa sobre el nuevo descubrimiento de un yacimiento significativo, sino que también destaca que este hallazgo puede representar un factor adicional de incertidumbre para la industria del litio en Chile.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Figura:</p> 

Ficha N°33	Lectura complementaria.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>Reyes-Bozo. L. (2023). Litio, la exitosa receta australiana. Chile. La Tercera.</u> <u>EN:</u> <u>https://www.latercera.com/opinion/noticia/columna-de-lorenzo-reyes-bozo-litio-la-exitosa-receta-australiana/SLXTNBV52ZC7PKYWE3F7VNTQXE/</u>
Palabras claves:	“Litio, la exitosa receta australiana”
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • “En Australia, el Estado es dueño de los recursos minerales, como el cobre, litio, hierro y otros elementos. El Estado concede a privados la explotación de estos recursos, velando por una explotación minera responsable y salvaguardando la protección ambiental y de las comunidades. A cambio, el pago de un royalty y los impuestos asociados a los beneficios de la explotación del mineral.”
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • La noticia de La Tercera destaca cómo Australia ha logrado posicionarse como el mayor productor de litio del mundo, desplazando a Chile de la primera posición. Además, se exploran las diferencias en la gobernanza de ambos países y cómo estas han influido en la producción del metal. Este cambio en la posición de liderazgo y las divergencias en las estrategias de gobernanza son elementos clave que pueden tener implicaciones significativas para la industria del litio y para Chile en particular.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: 


Ficha N°34	Lectura complementaria.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u><i>Diario Financiero. 2023. La unión europea prohíbe definitivamente la venta de vehículos que emitan CO2 a partir de 2035. Chile: DF.</i></u> <u><i>En: https://www.df.cl/df-lab/cambio-climatico/la-union-europea-prohibe-definitivamente-la-venta-de-vehiculos-que</i></u>
Palabras claves:	La prohibición definitiva de la venta de vehículos que emitan CO2 desde 2035 en la UE.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En esta noticia del Diario Financiero, se destaca la aprobación definitiva de la ley que prohíbe la venta de vehículos de combustión interna a partir del año 2035 en la Unión Europea. Esta legislación está motivada por la búsqueda de un mundo más sostenible, enfocado en reducir las emisiones de gases contaminantes.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> Esta noticia sirve de manera complementaria para la tesis, ya que aporta información sobre la ley de prohibición de la venta de vehículos de combustión interna a partir de 2035 en la Unión Europea. Esta legislación, además de promover un mundo más sostenible, se centra en fomentar los vehículos eléctricos, los cuales actualmente funcionan con baterías de ion-litio. Esto destaca la relevancia continua del litio en el futuro, especialmente en el contexto de la transición hacia tecnologías más limpias y sostenibles.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Figura: 

Ficha N°35	Lectura complementaria.
-------------------	--------------------------------

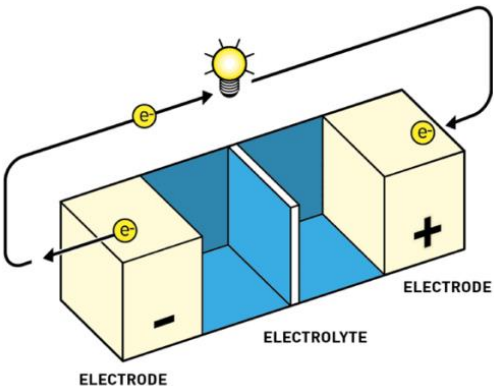
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/press-release/
Palabras claves:	Premio nobel de química de 2019 para los desarrolladores de las baterías de ION-LITIO.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> Se destaca la significancia que ha tenido para el mundo el desarrollo de las baterías de ion-litio. Estas baterías, ampliamente utilizadas en dispositivos móviles y computadoras, han demostrado ser compatibles y eficientes, especialmente en el contexto de los vehículos eléctricos. Su adopción ha contribuido a transformar el mundo hacia un entorno recargable y libre de combustibles fósiles, marcando un avance importante en la sostenibilidad y la reducción de la dependencia de recursos no renovables.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> La noticia destaca a los químicos Akira Yoshino, M. Stanley Whittingham y John B. Goodenough como ganadores del Premio Nobel de Química por su contribución al desarrollo de las baterías de ion-litio. Este reconocimiento subraya la relevancia global del litio y su papel esencial en avances tecnológicos clave, consolidando aún más su importancia en diversos campos, desde dispositivos electrónicos hasta la movilidad eléctrica.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Fotografías: Akira Yoshino - M. Stanley Whittingham - John B. Goodenough. 

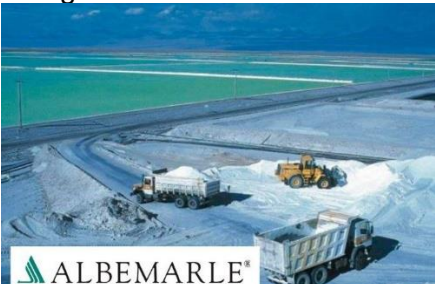
Ficha N°36	Lectura fundamental.																																																		
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	<u>USGS. (2023). Data in metric tons of contained lithium unless otherwise noted. EEUU.</u> <u>En: USGS. (2023). Data in metric tons of contained lithium unless otherwise noted. EEUU.</u>																																																		
Palabras claves:	Informe anual de la USGS sobre el litio.																																																		
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> En este informe anual del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se destacan los datos obtenidos por esta entidad sobre la producción doméstica y los usos del litio. Además, se proporcionan estadísticas específicas sobre la situación en Estados Unidos y se presentan reportes a nivel mundial. Este informe es valioso para obtener una comprensión detallada de la producción, el consumo y la importancia del litio en el ámbito nacional e internacional. 																																																		
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> El aporte que entrega este informe es fundamental para la tesis, ya que al ser la USGS uno de los organismos mundiales más reconocidos, las cifras que proporcionan serán utilizadas para el estudio en cuanto a los recursos y reservas por país, así como para analizar cómo han evolucionado estos a lo largo de los años. 																																																		
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Cuadro: Producción mundial de mina y reservas. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Mine production</th> <th rowspan="2">Reserves⁶</th> </tr> <tr> <th>2021</th> <th>2022^c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>United States</td> <td>W</td> <td>W</td> <td>1,000,000</td> </tr> <tr> <td>Argentina</td> <td>5,970</td> <td>6,200</td> <td>2,700,000</td> </tr> <tr> <td>Australia</td> <td>55,300</td> <td>61,000</td> <td>⁷6,200,000</td> </tr> <tr> <td>Brazil</td> <td>^e1,700</td> <td>2,200</td> <td>250,000</td> </tr> <tr> <td>Canada</td> <td>—</td> <td>500</td> <td>930,000</td> </tr> <tr> <td>Chile</td> <td>28,300</td> <td>39,000</td> <td>9,300,000</td> </tr> <tr> <td>China</td> <td>^a14,000</td> <td>19,000</td> <td>2,000,000</td> </tr> <tr> <td>Portugal</td> <td>^a900</td> <td>600</td> <td>60,000</td> </tr> <tr> <td>Zimbabwe</td> <td>^a710</td> <td>800</td> <td>310,000</td> </tr> <tr> <td>Other countries⁸</td> <td>—</td> <td>—</td> <td><u>3,300,000</u></td> </tr> <tr> <td>World total (rounded)</td> <td>^a107,000</td> <td>⁹130,000</td> <td>26,000,000</td> </tr> </tbody> </table>		Mine production		Reserves ⁶	2021	2022 ^c	United States	W	W	1,000,000	Argentina	5,970	6,200	2,700,000	Australia	55,300	61,000	⁷ 6,200,000	Brazil	^e 1,700	2,200	250,000	Canada	—	500	930,000	Chile	28,300	39,000	9,300,000	China	^a 14,000	19,000	2,000,000	Portugal	^a 900	600	60,000	Zimbabwe	^a 710	800	310,000	Other countries ⁸	—	—	<u>3,300,000</u>	World total (rounded)	^a 107,000	⁹ 130,000	26,000,000
	Mine production		Reserves ⁶																																																
	2021	2022 ^c																																																	
United States	W	W	1,000,000																																																
Argentina	5,970	6,200	2,700,000																																																
Australia	55,300	61,000	⁷ 6,200,000																																																
Brazil	^e 1,700	2,200	250,000																																																
Canada	—	500	930,000																																																
Chile	28,300	39,000	9,300,000																																																
China	^a 14,000	19,000	2,000,000																																																
Portugal	^a 900	600	60,000																																																
Zimbabwe	^a 710	800	310,000																																																
Other countries ⁸	—	—	<u>3,300,000</u>																																																
World total (rounded)	^a 107,000	⁹ 130,000	26,000,000																																																

Ficha N°37	Lectura específica.
-------------------	----------------------------

Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://www.argusmedia.com/en/news/1836977-lithium-hydroxide-demand-to-overtake-carbonate-aabc
Palabras claves:	Lithium hydroxide demand to overtake carbonate: AABC
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Production of lithium hydroxide is expected to overtake lithium carbonate in the next five years in response to changes in electric vehicle (EV) battery materials, delegates heard at the Advanced Automotive Batteries Conference (AABC) in Strasbourg, France.”</i>
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • En esta noticia, que resume los aspectos destacados de la conferencia avanzada sobre baterías eléctricas, se detallan los puntos más importantes discutidos y se anticipa que la demanda de hidróxido de litio superará a la del carbonato en los próximos años. Esto se atribuye a los recientes avances tecnológicos en el ámbito de las baterías.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Fotografía: Advanced Automotive Batteries Conference. 

Ficha N°38	Lectura específica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://fhsolarled.com/tipos-de-baterias-de-iones-de-litio/
Palabras claves:	Tipos de baterías de iones de litio
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. "Citas textuales" 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Las baterías de iones de litio son esenciales para la tecnología moderna, ya que alimentan teléfonos móviles, ordenadores portátiles, dispositivos médicos e incluso vehículos eléctricos.</i> • <i>Los fabricantes suelen utilizar carbonato de litio o hidróxido de litio en estas baterías en lugar de metal de litio. Aunque el litio es un ingrediente clave en las baterías de litio, también incluyen otros metales, como el cobalto, el grafito y el níquel.”</i>
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • En esta página web, se explora la significativa relevancia de las baterías de iones de litio, abarcando una variedad de tipos que van desde las obsoletas hasta las más recientes tecnologías, así como las novedosas combinaciones destinadas a optimizar su rendimiento.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	<p>Fotografía: Baterías de iones de litio.</p> 

Ficha N°39	Lectura específica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://culturacientifica.com/2020/02/20/asi-funcionan-las-baterias-de-litio/
Palabras claves:	Así funcionan las baterías de litio.
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> • “Antes de que se empezasen a fabricar baterías de litio ya se fantaseaba con la idea de poder hacer baterías de litio. La razón es que el litio es un metal que tiene tendencia a desprenderse de su electrón más externo. Al fin y al cabo, la electricidad es el tránsito de electrones, así que para producir electricidad necesitamos sustancias que tiendan a desprenderse de ellos.”
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> • En este espacio dedicado a la divulgación de la cultura científica, se ofrece una exhaustiva explicación sobre el funcionamiento intrincado de las baterías de litio, detallando sus componentes esenciales. No solo se aborda la mecánica actual, sino que también se sumerge en la fascinante historia de estas baterías, ilustrando su evolución a lo largo de los años y destacando las mejoras significativas que han impulsado su rendimiento.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Fotografía: Como funciona una batería de litio. 

Ficha N°40	Lectura específica.
Referencia bibliográfica o Dirección web completa:	https://www.albemarlelito.cl/locations/productos
Palabras claves:	Productos producidos por empresa Albemarle
Conceptos y/o Ideas fundamentales: 1. “Citas textuales” 2.Redacciones propias	<ul style="list-style-type: none"> La empresa estadounidense Albemarle se dedica a la fabricación de productos destinados a fomentar la sostenibilidad y mitigar las emisiones perjudiciales para el medio ambiente, centrándose especialmente en la contribución al sector del litio. Sus esfuerzos se orientan a impulsar un mundo más sostenible, donde los productos resultantes desempeñan un papel fundamental en la reducción de emisiones y en la promoción de prácticas más amigables con el medio ambiente.
Aporte específico que se cree obtener sirve para: Orientar Avalar Complementar Definir Contrapropuesta Otros aportes	<ul style="list-style-type: none"> En la sección correspondiente en el sitio oficial de Albemarle, se exhiben de manera detallada todos los productos disponibles para su comercialización. Cada producto es minuciosamente presentado, desde su proceso de extracción hasta llegar al producto final, abordando los aspectos químicos involucrados. Además, se proporciona información exhaustiva sobre sus diversos usos, ofreciendo a los visitantes una comprensión completa de la cadena de producción y aplicaciones de los productos de Albemarle.
Materiales más significantes: Tablas Gráficos Ejemplos Fotografías Mapas Otros	Fotografía: 

14.2. Cuadro lecturas fundamentales del estudio

N°	CLASIFICACIÓN	PALABRA CLAVE	AUTOR	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN						
1	Fundamental	Gobernabilidad	Rafael Poveda	Explica el origen del metal en Chile y da un contexto de este.	Análisis completo de la gobernanza que ha tenido el litio los últimos años	Explica el proceso de explotación del material en Chile.	Define los países con los que Chile comercializa el litio.	Entrega gráficos y cuadros de las reservas y recursos globales del litio.	Define y expone con gráficos los distintos usos del litio.	Explica el por qué los precios del litio bajaron tan drásticamente entre un cierto periodo.
2	Fundamental	MERCADO INTERNACIONAL DEL LITIO Y SU POTENCIAL EN CHILE.	Subsecretaría de minería	Explica qué es el litio y su mineralogía.	Tecnologías de extracción	Comercialización internacional del mineral	Define y muestra con gráficos la demanda mundial de litio.			
3	Fundamental	Estrategia nacional del litio	Gobierno de Chile	Plan creado por el gobierno de Chile para entablar al litio como mineral estratégico para Chile.	Como invertir los ingresos fiscales y las obligaciones que tienen las empresas, para que puedan explotar el litio	Propone nuevas tecnologías de extracción más amigables con el medio ambiente.	Propone la creación de la empresa nacional del litio.			
4	Fundamental	Oferta y demanda del litio hasta el 2030	Cochilco	Expone la importancia de la producción chilena del litio en el mundo.	Este informe se basa en la oferta y demanda del litio, ya sea, nacional, por país y globalmente	Proyecciones de por vehículos eléctricos, remanentes, demanda agregada, etc.	Define los nuevos proyectos de SQM y Albermarle para incrementar la producción de litio.			
5	Fundamental	Reflexiones sobre los desafíos fiscales del litio en Chile	Consejo fiscal autónomo	El consejo fiscal autónomo, cree que los recursos obtenidos por el litio tienen que	Donde se destinan los ingresos fiscales por el litio	Precio del litio desde el 2012 al 2022 (grafico)				

				ser utilizados de manera sostenible y a largo plazo						
6	Fundamental	Mercado Internacional del Litio y su Potencial en Chile	Dirección de Estudios y Políticas Públicas	Oferta desde que Chile perdió el liderazgo en la producción del litio.	Menciona las empresas que se han integrado a la producción de litio en los últimos años.					
7	Fundamental	Análisis económico del litio, hecho por el banco central.	Banco central.	Predicción del litio en los próximos años.	Detalla cómo ha impactado el litio en la evolución del Pib minero.					
8	Fundamental	Actualización Mercado del litio 2023	Cochilco	Producción mina por compuesto químico.	Balance y precios.	Participación del mercado por país y por empresa.	Proyección actualizada de la demanda del litio. Último informe cochilco.			
9	Fundamental	El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012	Gustavo Lagos C.C.	Gobernanza del litio en Chile	Normativas que regularon al litio en Chile desde su origen.	Inicio de las 2 empresas más importantes que producen litio				
10	Fundamental	El desarrollo del litio en Chile: 1984-2017	Gustavo Lagos C.C.	Gobernanza del litio en Chile						

11	Fundamental	Antecedentes para una Política Pública en Minerales Estratégicos: Litio	Comisión chilena del cobre.	Marcos legales y regulatorios de la minería del Litio						
12	Fundamental	Data in metric tons of contained lithium unless otherwise noted)	Servicio Geológico de Estados Unidos	Detalla los recursos mundiales de litio hasta la fecha y como estos han variado a lo largo de los años.	Detalla la producción mina mundial del litio y sus reservas.	Detalla las fuentes importadas de Argentina, Chile, China, Rusia y otros.				
13	Específica	Análisis estratégico del litio.	Stephanie Mella	Realiza un contexto completo del litio, abarcando, origen, composición, propiedades, etc.	Como se explota el metal y sus procesos	Propone análisis estratégico para poder recuperar el liderazgo de la producción mundial del litio.	Antecedentes de la oferta y demanda de los últimos años.	Usa las proyecciones realizadas por otras entidades para hacer sus pronósticos.	Define y expone en gráficos los distintos usos y aplicaciones del litio.	
14	Específica	Problemas de contaminación	Motor pasión	Expone que, dado que los procesos del litio no son ético con los frágiles sistemas como las salmueras, hay que buscar nuevas tecnologías que lo puedan reemplazar, como el hidrogeno.	Define el consumo de agua por tonelada de litio y como esto afecta a las comunidades aledañas.					
15	Específica	Royalty minero	Gobierno de Chile	Impuesto específico para las grandes empresas mineras, con el fin de que los recursos se distribuyan						

				en las regiones donde se explota el mineral						
16	Específica	Propiedades del litio y sus aplicaciones	Ingeniería mecánica	Explica el proceso de explotación del material, con gráficos detallados	Propiedades, usos y aplicaciones					
17	Específica	Proceso de producción litio y sus derivados	SQM	Imagen de proceso productivo del litio y sus derivados por la empresa SQM en Chile.	Proceso productivo de SQM					
18	Específica	Empresas que producen litio en Chile 2023	Mala espina: Francisca Toledo	Resumen de por qué solo 2 empresas producen litio en Chile	licitación fallida de 2022					
19	Específica	Conceptos del litio	Concepto	Que es el litio y sus usos						
20	Específica	Industria, ciencia y política en el Triángulo del Litio	Universidad entre ríos	Como se descubrió el litio en Chile y Sudamérica.						

21	Específica	El litio y la era de un nuevo código de minería	minería Chile	Explica la historia del litio en Chile	Como podría cambiar el código minero ante un posible cambio de constitución					
22	Específica	El Litio	Universidad nacional autónoma de México.	Litio visto desde el punto científico.	Litio abordado por la ciencia					
23	Específica	Estrategia del litio de Chile: una carrera contra el tiempo	Bna Américas	el país logrará acelerar la industrialización para aprovechar el auge						
24	Específica	Comisión investigadora litio.	Corfo.	Hitos más importantes del litio en los últimos años.	Estrategia a nivel país para el litio	Mercado del litio y proyecciones del metal.				
25	Específica	Renegociación de contratos entre Corfo, SQM y Rockwood-Albemarle en el Salar de Atacama y Contrato Especial de Operación de Litio en el Salar de Maricunga	Ernesto Berroeta.	Da un contexto completo del marco normativo de la industria del litio en Chile, abarcando las renegociaciones entre CORFO y rockwood-Albermale respecto a pertenencias mineras OMA.						

26	Específica	¿Pasó el "boom"?: Expertos abordan la baja de precios del litio y urgen a Chile "pisar el acelerador	Pablo San Martín, Emol	Muestra con un gráfico la evolución del volumen y precios del litio vendido por la empresa chilena SQM.	Se recomienda a Chile pisar el acelerador en cuanto al panorama institucional y tecnologías más eficientes de extracción.	Un experto asegura que el litio seguirá siendo demandado al corto y mediano plazo y que Chile debería aprovechar sus ventajas.	Incertidumbre en el mercado del litio debido a la brusca baja en los precios.			
27	Específica	¿Preocupación para Chile?: Estudio habría encontrado el depósito de litio más grande del mundo en Estados Unidos.	M. Garretón: Emol.	Debido al descubrimiento, siguen las recomendaciones de que Chile debe apresurarse, para aprovechar el boom del litio.	Debido a que geólogos han encontrado el supuesto depósito de litio más grande del mundo, nace la pregunta ¿preocupación para Chile? En la noticia se explica el descubrimiento y como esta afectará a Chile.					
28	Específica	Como Australia consiguió el liderazgo mundial en la producción de litio a nivel mundial.	L. Reyes-Bozo: La Tercera.	Como Chile se ha visto perjudicado por la gobernancia que ha tenido con el litio a lo largo de los años. Y como Australia con su política de condicionalidad ha ganado el liderazgo en la producción mundial.	En Australia se le da facilidad a las empresas para que hagan los proyectos de manera eficiente siempre y cuando ellos respeten el royalty minero establecido.	Como Australia ha conseguido proyectos que se desarrollen de manera rápida, respetando a las comunidades y al medio ambiente.				

29	Específica	Lithium hydroxide demand to overtake carbonate: AABC	Argusmedia	Explica por qué la demanda del hidróxido de litio superara a la del carbonato de litio						
30	Específica	Tipos de baterías de iones de litio	Fhsolar&led iberica.	Expone todos los tipos de baterías que actualmente existen.	Muestra los usos de cada batería y en que se diferencian estas.					
31	Específica	Así funcionan las baterías de litio	cultura científica	Muestra todo el procedimiento de cómo funcionan las baterías de litio.						
32	Específica	Productos producidos por empresa Albemarle	Albemarle	En el sitio oficial de Albemarle, se muestran todos los tipos de productos que estos comercializan.						
33	Complementaria	Baterías de sodio	David plaza	Nuevas tecnologías que podrían reemplazar al litio	Explica cómo otra tecnología es más sostenible que el litio, pero menos eficiente.					

34	Complementaria	Futuro de los autos eléctricos	Infobae	Explica por q el litio en estos momentos es más factible que el hidrogeno, y el petróleo más factible que el hidrogeno en términos de precio	combinación de hidrogeno con litio, en un futuro cambiar el litio por hidrogeno o sodio en las baterías	Baterías tienen plomo y cobalto que son contaminantes y aparte cancerígenos				
35	Complementaria	Las ocho claves de la nueva Estrategia Nacional del Litio en Chile	Invest Chile	Creación de la empresa nacional del litio, que participara en todos los procesos que conlleva	En esta noticia de invest Chile se muestran las 8 claves para poder entender la estrategia nacional del litio.					
36	Complementaria	Marco nominativo del litio chile	Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina	Antecedentes históricos de la regulación del litio en Chile	Línea de tiempo de los principales acontecimientos sobre el marco normativo					
37	Complementaria	REGULACIÓN Y MERCADO DEL LITIO	Gobierno de Chile	Análisis completo de la industria del litio	Explica las regulaciones más importantes del litio en Chile	Da un breve resumen del mercado del litio.				
38	Complementaria	En qué se diferencian los modelos de explotación de litio.	BBC NEWS	Modelos de explotación de Chile, Argentina, Bolivia y México.						

39	Complementaria	La unión europea prohíbe definitivamente la venta de vehículos que emitan CO2 a partir de 2035.	Diario Financiero.	En las noticias se mencionan los motores eléctricos con baterías de litio y con pilas de hidrogeno como los propuestos y aprobados para los vehículos eléctricos.	La UE ha prohibido definitivamente la venta de vehículos que emitan CO2 a partir del año 2035. Lo que significa un aumento en la demanda de los autos eléctricos de ION-LITIO, lo que aumenta la demanda de litio consecuentemente.					
40	Complementaria	The Nobel Prize in Chemistry 2019 is awarded to John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham and Akira Yoshino for their contributions to the development of the lithium-ion battery.	The Royal Swedish Academy of Sciences.	Refleja los inventores de las baterías de ion-litio y su contribución al mundo ganando el premio Nobel.	Explica como químicos de distintos lugares desarrollaron las baterías de litio y las volvieron eficientes y aplicables hasta el día de hoy.	Menciona como las baterías de ION-LITIO están siendo usadas globalmente en todos los equipos electrónicos y en los vehículos.				

15. ACRONIMOS

- 1) COCHILCO: Comisión Chilena de cobre.
- 2) CCHEN: Comisión Chilena de energía nuclear.
- 3) CEOL: Contrato especial de operación para la exploración, explotación y beneficio de yacimientos de litio.
- 4) CNL: Comisión nacional de litio.
- 5) CORFO: Corporación de fomento de producción.
- 6) LCE: Carbonato de litio equivalente.
- 7) MINSAL: Minería salar de Atacama.
- 8) SERNAGEOMIN: Servicio nacional de Geología y minas.
- 9) SQM: Sociedad química y minera de Chile.
- 10) SCL: Sociedad chilena del litio.
- 11) MT: Toneladas métricas.
- 12) USGS: Servicio geológico de estados unidos.
- 13) Batería LCO: Litio y óxido de cobalto
- 14) Batería LFP: Litio Ferro-Fosfato
- 15) Batería LMO: Litio, Óxido de Manganeso
- 16) Batería NCA: Níquel-litio, Cobalto y óxido de Aluminio
- 17) Batería NCM: Níquel-litio, Cobalto y Manganeso