



Universidad Católica de Salta

Facultad de Economía y Administración

Tesis de Grado: Licenciatura en Comercio Internacional

**“Perspectivas para las exportaciones de litio producido
en la provincia de Salta”**

Por: María Paula Torrejón

Salta, 2019

Director: Geól. Emilio José Eveling

AUTORIDADES

Gran Canciller: S.E.R. Mons. Mario Antonio Cargnello Arzobispo de Salta

Rector: Ing. Rodolfo Gallo Cornejo

Vicerrectora Académica: Mg. Constanza Diedrich

Vicerrector Administrativo: Dr. Darío Eugenio Arias

Vicerrector de Formación: Pbro. Dr. Cristian Arnaldo Gallardo

Vicerrector de Investigación y Desarrollo: Dr. Federico Colombo Speroni

Decano de Facultad de Economía y Administración: Dr. Juan Lucas Dapena Fernández

Jefe de Carrera de Licenciatura en Comercio Internacional: Lic. Martín Andrés Rodríguez

AGRADECIMEINTOS

Mi primer agradecimiento académico es para mí Director de tesis, el Geo. Emilio Eveling que acepto cordialmente guiarme y ayudarme a lo largo de este trabajo. Al Jefe de Carrera el Sr. Lic. Martin Rodríguez y al Profesor Lic. Víctor Toledo por brindarme apoyo y disponibilidad de tiempo antes dudas y correcciones durante el desarrollo de la tesis.

Luego quiero agradecer y dedicar esta tesis y formación académica a mis padres Juan A. Torrejón y Adriana Scicoli, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, por sus consejos y valores transmitidos y sobre todo el apoyo incondicional en todas lo que emprendo y deseo realizar a lo largo de mi vida.

A mi hermana Jimena Torrejón por su cariño y apoyo durante este proceso, por estar siempre en cada momento...

A mis abuelas que siempre me acompañaron desde chica a formarme como persona y en esta etapa como profesional...

A mis amigos, que siempre estuvieron presentes de una u otra forma en cada etapa y meta de la vida. A mis compañeros de facultad y futuros colegas que me brindaron su ayuda y apoyo de manera desinteresada y por compartir estos años de formación académica...

Finalmente agradezco y dedico esta tesis a la Universidad Católica de Salta y profesores que con sus experiencias, conocimientos y motivación me acompañaron y brindaron su apoyo a lo largo del cursado de la carrera...

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO 1: EL LITIO, GENERALIDADES Y USOS.....	13
1.1 COMO, DONDE Y PORQUÉ SE PRODUJO LA ACUMULACION DE ESTE ELEMENTO QUIMICO	13
1.2 COMO SE EXTRAE MÉTODOS Y TECNOLOGÍAS	16
1.2.1 Obtención de litio a partir de Minerales en rocas graníticas.....	18
1.2.2 Litio en Salmueras Continentales	19
1.2.3 Litio en océanos y mares.....	23
1.2.4 Litio en plantas geotérmicas.....	23
1.2.5 Litio en pozos petroleros	25
1.2.6 Litio a través del calcinado de arcillas.....	25
1.2.7 Litio a partir del reciclado	26
1.3 PRINCIPALES USOS Y APLICACIONES DEL LITIO	26
1.4 CONCLUSIÓN PARCIAL:	29
CAPÍTULO 2: PANORAMA GENERAL DE LA ACTUALIDAD MINERA EN ARGENTINA, EN PARTICULAR DE LA PROVINCIA DE SALTA	30
2.1 PERSPECTIVAS POLITICAS, ECONÓMICAS Y MINERAS.....	30
2.2 EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA ARGENTINA.....	32
2.3 PRODUCCIÓN MINERA DE SALTA	34
2.4 EXPORTACIONES MINERAS DE SALTA	37
2.5 ACTUALIDAD MINERA EN LA PROVINCIA DE SALTA	40
2.6 POTENCIAL GEOLÓGICO Y METALOGÉNICO	40
2.7 CONCLUSIÓN PARCIAL:	42
CAPÍTULO 3: PERSPECTIVAS SOBRE LA EXPLOTACIÓN DE LITIO EN LA PROVINCIA DE SALTA Y EL NOA	44
3.1 RESERVA Y PRODUCCIÓN MUNDIAL	44
3.2 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LITIO.....	45
3.2.1 EL TRIÁNGULO DEL LITIO.....	48
3.2.1.1 CHILE.....	48
3.2.1.2 BOLIVIA	51
3.2.1.3 ARGENTINA	54
3.3 LOS INICIOS DE LA PRODUCCIÓN DE LITIO EN ARGENTINA	57
3.3.1 PRODUCCIÓN ARGENTINA Y DEL NOA.....	59
3.4 EMPRESAS EXPLORADORAS Y PRODUCTORAS.....	61
3.5 PRINCIPALES IMPUESTOS QUE RECAEN EN LA ACTIVIDAD MINERA	65
3.5.1 Impuesto a la ganancia	65
3.5.2 Impuesto al Valor agregado	66
3.5.3 Impuesto a los débitos y créditos bancarios.....	68
3.5.4 Derecho de Importación	68
3.5.5 Derecho de exportación.....	69
3.5.6 LEY N° 6712 – Salta.....	69
3.5.7 Regalías.....	70
3.6 CONCLUSIÓN PARCIAL:	71
CAPÍTULO 4: TENDENCIA DE LAS EXPORTACIONES DE LITIO.....	73

4.1 MERCADO EXTERNO DEL PRODUCTO	73
4.2 IMPORTACIONES MUNDIALES	75
4.2.1 Importaciones por compuestos de litio	76
4.2.2 Importaciones de compuestos de litio en Argentina	77
4.3 EXPORTACIONES	80
4.3.1 Exportaciones Argentinas	82
4.3.2 Exportaciones Salteñas.....	84
4.4 INCENTIVOS A LA EXPORTACIÓN.....	88
4.4.1 Posición Arancelaria del litio	88
4.4.2 Posición Arancelaria del litio	88
4.5 ANALISIS DE COMPETITIVIDAD	89
4.6 CONCLUSIÓN PARCIAL	95
CAPÍTULO N°5: AGREGADO DE VALOR E INDUSTRIALIZACIÓN DEL LITIO.....	96
5.1 VALOR AGREGADO.....	97
5.1.1 Industria de batería.....	98
5.1.1.1 Demanda de baterías de litio.....	99
5.1.1.2 Productores.....	100
5.1.2 Industria del Vidrio y la Cerámica.....	102
5.1.3 Industria de Lubricantes y Grasas.....	102
5.1.4 Industria del Aluminio.....	103
5.1.5 Otros usos del litio.....	103
5.2 RECICLADO DEL LITIO.....	104
5.3 ESTRATEGIA DE INDUSTRIALIZACIÓN PARA LA PROVINCIA DE SALTA Y LA REGIÓN LITÍFERA DEL NOA	105
5.3.1 PROPUESTA DE INDUSTRIALIZACIÓN.....	106
5.4 CONCLUSIÓN PARCIAL	110
CAPÍTULO N°6: ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE LITIO DE LA PROV. DE SALTA	112
CONCLUSIÓN FINAL.....	122
7. BIBLIOGRAFIA.....	125

Índice de cuadros:

CUADRO N°1: SALARES Y SU CARACTERIZACIÓN EN EL TRIÁNGULO DEL LITIO SEGÚN CONCENTRACIÓN.....	22
CUADRO N°2: EXPORTACIONES MINERAS EN ARGENTINA	34
CUADRO N°3: MINERALES NO METALÍFEROS, PROVINCIA DE SALTA. AÑO 2010 – 2017	36
CUADRO N°4: ROCAS DE APLICACIÓN, PROVINCIA DE SALTA. AÑOS 2010 – 2017	36
CUADRO N°5: EXPORTACIONES MINERAS DE LA PROVINCIA DE SALTA – AÑO 2017:.....	38
CUADRO N°6: PRINCIPALES RESERVAS DE LITIO A NIVEL MUNDIAL (MILLONES DE TON. DE LITIO METALICO).....	45
CUADRO N°7: PRODUCCIÓN DE LITIO EN CHILE, AÑO 2013-2017.....	51
CUADRO N°8: COMPARATIVO SOBRE NORMATIVAS Y EXPLOTACIÓN EN EL TRIÁNGULO DEL LITIO.....	56
CUADRO N°9: PARTICIPACIÓN PORCENTUAL EN LA PRODUCCIÓN GLOBAL DE LITIO SEGÚN PAIS Y TIPO DE YACIMIENTO...	60
CUADRO N°10: PRINCIPALES PROYECTOS EN YACIMIENTOS DE LITIO EN ARGENTINA.....	62
CUADRO N°11: PRINCIPALES IMPORTADORES DE COMPUESTOS DE LITIO. COMPARACION PORCENTUAL 2002-2012	75
CUADRO N°12: IMPORTACIONES DE LOS COMPUESTOS DE LITIO EN TONELADAS 2010-2017	78
CUADRO N°13: IMPORTACIÓN DE COMPUESTOS DE LITIO POR INDUSTRIA	79
CUADRO N°14: PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE COMPUESTOS DE LITIO – AÑO 2013.....	81
CUADRO N°15: EXPORTACIONES EN TONELADAS DE LOS COMPUESTOS DE LITIO DE LA PROV. DE SALTA, 2013-2017...	85
CUADRO N°16: PROYECTOS MINEROS DE LITIO MAS AVANZADOS DE LA PROV. DE SALTA.....	87
CUADRO N°17: ESTRUCTURA ARANCELARIA DE LOS COMPUESTOS DE LITIO.....	89
CUADRO N°18: TRIBUTOS INTERNOS SUJETOS A LA IMPORTACIÓN DE LITIO.	89

Índice de Gráficos

GRÁFICO N°1: USOS DEL LITIO	27
GRÁFICO N°2: PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LITIO AÑOS 2016 Y AÑO 2017	47
GRÁFICO N°3: CAPACIDAD INSTALADA PROYECTADA EN TONELADAS DE LCE.....	61
GRÁFICO N°4: EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES DE COMPUESTOS DE LITIO EN TONELADAS , PERIODO 2010-2017.	83
GRÁFICO N°5: COMPARACIÓN DE LA DEMANDA DE LITIO SEGÚN ACTIVIDAD INDUSTRIAL AÑO 2012 Y 2016	98
GRÁFICO N°6: SEGMENTACIÓN DE LA DEMANDA DE LITIO PARA BATERÍAS EN EL AÑO 2012.....	99

Índice de Figuras:

FIGURA N°1: SALARES DE LA PUNA	16
FIGURA N°2: MINERALES QUE CONTIENEN LITIO EN SU ESTRUCTURA CRISTALINA.....	17
FIGURA N°3: OBTENCIÓN DE LITIO A PARTIR DE ROCAS PEGMATÍTICAS Y APLÍTICAS	20
FIGURA N°4: PROCESO DE EXPLOTACIÓN DE SALMUERAS CONTINENTALES	24
FIGURA N°5: PRINCIPALES USOS DEL LITIO.....	28
FIGURA N°6: PROVINCIAS DONDE RIGEN LEYES ANTI-MINERAS	31
FIGURA N°7: EVOLUCIÓN DEL PRECIO INTERNACIONAL DE CARBONATO, HIDRÓXIDO Y CLORURO DE LITIO, PERIODO 2005 A 2013 (DOLARES/TONELADAS)	74
FIGURA N°8: IMPORTADORES DE DERIVADOS DE LITIO 2015 (EN MILES DE TONELADAS DE LCE)	77

Introducción

El trabajo aquí desarrollado trata sobre “*Perspectivas de la exportación de litio producido en la provincia de Salta*” y se presenta como Tesis Profesional, en cumplimiento con el requisito final contemplado en el Plan de Estudios de la licenciatura en Comercio Internacional de la Universidad Católica de Salta, para la obtención del título de licenciado en Comercio Internacional. La elección del tema surgió ante la inquietud personal para iniciarme en la investigación a través de una propuesta que resultara interesante, tanto desde el punto de vista académico y profesionalmente formativo, como útil ante las expectativas que brinda la producción de Litio, que hacen al desarrollo económico del país, y particularmente, al de la región del NOA.

Fundamentación del tema:

Los recursos minerales contenidos en los salares del noroeste argentino constituyen objetivos de interés económico para el desarrollo de la región. Estos objetivos fueron los que impulsaron la ejecución de distintas campañas de exploración, desarrolladas desde inicios del siglo XIX hasta la actualidad. Inicialmente, las actividades exploratorias de los primeros pobladores estuvieron orientadas a ubicar estos cuerpos salinos, de los cuales aprovechaban Cloruros como la Halita o Sal gema para cocinar, como conserva de alimentos y la extracción de panes de Sal para el ganado, Carbonatos que por su dureza y elegancia era utilizados en la construcción y como rocas de ornamentación (Ónix y Travertino); Nitratos, además de Boratos y algunos Sulfatos eran usados para lavar ropa, para usos medicinales como antisépticos, laxantes y curaciones, entre tantas otras aplicaciones que derivaban de la amplia gama de minerales que se encontraban en la superficie de los salares. Actualmente, han cobrado mayor interés no solo por los minerales que contienen en forma sólida sino por los que acarrear en solución en sus salmueras, en donde analizar la concentración de los distintos elementos disueltos es un factor clave para poder destacar su potencial como reserva y si fuera posible, su posterior explotación.

Si bien el aprovechamiento de estos recursos data desde tiempos precolombinos, no se conoce con certeza cómo y cuando comenzaron a ser utilizados, por lo que son escasos y puntuales los registros escritos que existen acerca de ello. Sin embargo, Alonso, *et al.* (2009) señala que allá por los años 1865, el arquitecto italiano afincado en Salta, Plácido Aimo, elevó al entonces gobernador de la provincia de Salta un informe titulado, “*Registro estadístico de*

la provincia de Salta con el resumen del censo de la población del año de 1865 (Parte Primera) y registro estadístico de 1866 (Parte Segunda)”.¹ Allí uno de los capítulos está dedicado a describir los minerales y minas que tenía la provincia y constituye uno de los primeros esfuerzos del estado por señalar cuáles eran las riquezas mineras de la provincia de Salta. Este constituye una de las muy escasas referencias de la minería de la provincia para la primera mitad del siglo XIX, donde solo se tenía como antecedente previo las observaciones parciales de viajeros ingleses y franceses principalmente. Dicho informe rescata valiosa información sobre minerales metalíferos, no metalíferos e incluso del petróleo, constituyendo algunos datos importantes citas de valor histórico.

Plácido manifiesta en su informe que “*la sal hay en abundancia y muy cristalina y buena calidad*” y hace referencia a los extensos salares y cuerpos salinos de la Puna, desde donde en tiempo inmemoriales los labradores trabajaban la sal en panes y la sal cristalina para sus distintos usos en la ciudad. Así mismo destacó el potencial industrial que tenía la ciudad de Salta dada la gran cantidad de recursos de los que disponía y sus condiciones con respecto al clima, comercio, industria y costumbres, lo que la catapultaría años más tarde a ser una de las provincias más ricas y beneficiada por sus recursos naturales.

Originalmente, los proyectos exploratorios dieron como resultado la delimitación de áreas de reserva circunscritas al ámbito de la Puna y del Altiplano, en donde la casi totalidad de las áreas de reserva fueron explotadas parcialmente, debido a problemas de acceso, capitales o mano de obra, hecho que gravitó en la resolución económica de los potenciales yacimientos.

Al presente, la creciente demanda mundial de los minerales encontrados en salares como cloruros, carbonatos, nitratos, sulfatos y boratos han despertado un gran interés económico por parte de muchos grupos, debido a que estos poseen una amplia gama de usos y muchos son utilizados como materia prima para la obtención de otros productos y subproductos. Estos grupos de minerales son conocidos como minerales evaporíticos, derivan de la evaporación de aguas ricas en sales que se encuentran en cuencas endorreicas de climas áridos a semiáridos, lo que favorece su concentración (factor clave) y evaporación. Muchas veces estas cuencas se encuentran conectadas a sistemas volcánicos, quienes aportan aguas enriquecidas en elementos raros y que no forman minerales sólidos, como es el caso del Litio.

El litio se ha vuelto muy popular en la última década y se ha convertido en un producto clave en la industria, lo que ha determinado subas en el mercado, en donde las cotizaciones

¹ Alonso, R.N., 2009. Ambientes Evaporíticos Continentales de Argentina. En: Temas de la Geología Argentina I. Serie Correlación Geológica.

varían, la demanda aumenta y por lo tanto el interés del mundo inversor también. Por este motivo las oportunidades tanto para las empresas mineras como para las proveedoras comienzan a multiplicarse y juegan un rol esencial para la economía sobre todo de la región del NOA (Salta, Jujuy y Catamarca), en donde los blancos exploratorios se identificaron en salares y particularmente en la extracción de sus salmueras.

En los últimos años comenzó a mencionarse que el 80% de las reservas de litio en salmueras se encuentran distribuidas en los Andes Centrales de Perú, Bolivia, Chile y Argentina. En el caso de Bolivia, se estima que contiene reservas en litio equivalentes al petróleo de Arabia Saudita.²

La Puna Argentina es considerada una de las regiones con mayor potencial exploratorio de litio en el mundo, donde se hallan actualmente una gran cantidad de prospectos, que tienden a evaluar la concentración de las salmueras y ejercer pruebas piloto de explotación para evaluar su rendimiento. Dada la escasa cobertura vegetal y la suave topografía hacen menos difíciles las tareas de evaluación y exploración, así como la eventual explotación de muchas de estas áreas.

Los tenores en litio en estos depósitos son altamente variables y oscilan entre 0,35 g/l a 3,37 g/l, sin embargo, estos depósitos se consideran promisorios debido al creciente interés en este metal, sumado a los bajos costos de la extracción de litio de las salmueras, lo que ha favorecido la prospección de este metal en los ambientes evaporíticos de la Puna. Un dato a tener en cuenta, es la presencia en estos depósitos, de elementos asociados que son obtenidos como subproductos en la extracción como ser el Potasio y otros elementos que se presenten en cantidades anómalas.

Los mayores productores de Litio en la región son: el salar de Atacama (Chile), el salar de Uyuni (Bolivia) y el salar del Hombre Muerto (Argentina). Sin embargo, la revolución que causó este metal en la industria tecnológica despertó la atención de una gran cantidad de empresas extranjeras. El interés de ampliar el panorama exploratorio de Litio en la región de la Puna y el Altiplano, permitió ahondar en el estudio de estas extensas áreas cubiertas por salares.

El valor de lo expuesto radica en el elevado número de prospectos mineros ubicados en la zona, el creciente interés por parte de grupos inversores y el auge del volumen de información

² Alonso, R.N., 2013. "El Litio de la Puna". Diario El Tribuno. 23 de junio de 2013, Salta. Disponible en: <https://www.eltibuno.com/salta/nota/2013-6-23-20-25-0-el-litio-de-la-puna>

obtenidos de estos salares, desde la última década y sobre todo en los últimos cinco años, lo que pone en evidencia la magnitud de esta actividad para el desarrollo económico. La información al respecto es abundante pero no existe un trabajo en la bibliografía que analice en detalle y resuma como impacta el desarrollo de esta actividad en el crecimiento económico del país y sobre todo en la región del NOA. Estos aspectos fijan los objetivos de esta presentación, tendiente a ahondar en una temática destinada a la elaboración del siguiente trabajo, con el objeto de incluir información actualizada y realizar un registro estadístico que permita el procesamiento de los datos y un análisis exhaustivo de los mismos, para poder evaluar y optimizar el potencial económico local y comparar con las regiones vecinas.

La Tesis Profesional que aquí se presenta constituye la culminación de las tareas desarrolladas que se propusieron en el marco de la tesis. Dichas tareas estuvieron orientadas a analizar los factores críticos relacionados a las exportaciones de litio concretadas en el período comprendido entre el mes de Enero de 2015 y el mes de Mayo de 2016 en la provincia de Salta y su comparación con los mercados de Bolivia y Chile, de acuerdo a los planteamientos que se hicieran originalmente, respecto de estas áreas y de los interés económicos en la perspectiva económica del Litio, destacándose como blancos exploratorios, las exportaciones de los salares de la región de la Puna y el Altiplano. Y por último, el interés de industrializar el producto a fin de agregarle valor, como estrategia de participación en el mercado que se genera alrededor de dicho metal.

Objetivos y metodologías empleadas:

En base a los considerandos previamente señalados, se fijaron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar las diferentes perspectivas de comercialización para el litio que se produce en la Provincia de Salta.

Objetivos específicos

- Determinar la producción de litio en la provincia de Salta, cantidades y destinos de sus exportaciones en el periodo comprendido entre Enero de 2015 y Mayo de 2016
- Analizar cuál ha sido la evolución del mercado del litio en los países de Bolivia y Chile durante los últimos cinco años.
- Determinar qué productos de la cadena de valor del litio se exportaron desde la provincia de Salta entre el período indicado previamente.

- Detallar qué estrategias de comercialización de Litio han realizado las empresas instaladas en la provincia de Salta en este período.
- Proponer la estrategia exportadora que conviene a Salta respecto al Litio, considerando los factores enunciados en el planteamiento del problema.

Metodología empleada

Para el logro de los objetivos planteados se ha realizado un tipo de investigación *descriptiva, prospectiva y cualitativa*. Llevando a cabo un tipo de diseño no experimental, en donde no se han modificado las variables y se han hecho proyecciones en base al procesamiento de datos recogidos que han sido minuciosamente analizados. La recolección de los datos ha sido del tipo *deductiva*, en la cual a partir de una hipótesis general sobre el tema y una correcta interpretación de la información y generación de datos valederos se arriba a conclusiones que permitirán una perspectiva futura. Así mismo el universo o población estudiada se limitó a las pocas empresas productoras de Litio en la provincia de Salta como son: FMC Lithium Corporation, ADY Resource, Lithium Americas Corp., Rodinia Minerals, Marfil Mines Limited y Rincon Lithium Limited.

Los trabajos de gabinete consistieron en el análisis de la bibliografía general y específica de la temática desarrollada, en el procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos y en la confección de diagramas comparativos, cuadros y gráficos que acompañan e ilustran este trabajo. Los datos estadísticos recogidos fueron cruzados con las afirmaciones que se presentaban en la bibliografía consultada.

Las técnicas de investigación utilizadas fueron *cualitativas y cuantitativas* y estuvieron destinadas a:

Técnica cualitativa: Análisis Documental

El análisis documental consistió de una población formada por leyes, decretos y códigos específicos de la actividad minera.

En cuanto a la muestra fue no probabilística, ya que dicha selección no fue un procedimiento mecánico ni una fórmula de posibilidades, sino que dependió de un proceso de toma de decisiones por las que las muestras seleccionadas obedecieron a ciertos criterios relacionados con la investigación. La muestra seleccionada fue de casos-tipo, ya que el objetivo de esta muestra fue la profundidad y calidad de la información y no así la cantidad.

El análisis documental se realizó en base a la comparación de las experiencias de distintos países exportadores de litio, de manera que cada caso ayudó a interpretar las diferentes

posibilidades exportables de la provincia de Salta. Por último, el análisis documental incluyó las diferentes leyes y decretos que regulan la actividad minera en el país.

Técnicas Cuantitativas: Análisis Estadístico

El análisis estadístico de la investigación está fundado en los datos oficiales verificados y actualizados que son ofrecidos por el Ministerio de Minería de la provincia de Salta, única institución autorizada al efecto, lo que da sustento a la presente contribución. A raíz de lo expuesto se confeccionaron tablas, diagramas comparativos, cuadros y gráficos.

Por otro lado, en cuanto a los demás datos obtenidos de fuentes extraoficiales, como ser artículos publicados en internet o en periódicos, artículos científicos y de difusión, revistas abocadas a la temática minera y reportes de empresas nacionales y extranjeras que trabajan con este metal, han sido analizados detalladamente. Se hizo hincapié fundamentalmente en los volúmenes y precios de los bienes exportados, en las variaciones anuales que estos registran en la producción nacional y en los destinos finales de la exportación del mineral.

Las generalidades en el uso e importancia del Litio son tratadas en el Capítulo II, en tanto que el panorama general de la actividad minera Argentina, y en particular de la provincia de Salta, es tratado en el Capítulo III, así el Capítulo IV trata sobre perspectivas de la explotación de Litio en la Provincia de Salta y el NOA. Las tendencias en la exportación del Litio y el agregado de valor e industrialización de este metal, así como un plan estratégico de industrialización son tratados en el Capítulo V y VI respectivamente antes de señalar las conclusiones de este trabajo (Capítulo VII). Finalmente, se incorpora la bibliografía consultada para realizar esta tesis (Capítulo VIII).

Se considera que los resultados alcanzados fueron muy positivos para la formación profesional del autor, dado que fue indispensable profundizar en conocimientos geológicos básicos, en legislación minera y ambiental, en el ámbito minero y así también ahondar en la actividad comercial del producto y su destino final.

Se espera que el trabajo que aquí se presenta, aliente a continuar con futuras investigaciones, porque resulta notable la abundancia de datos disponibles sobre un tema de interés económico en un área cercana a un potencial centro de industrialización como lo es la Provincia de Salta y sobre todo, por la facilidad de obtener la información básica necesaria para mantener o desechar las expectativas exploratorias y de ser así la explotación final.

Capítulo 1: El litio, generalidades y usos

El litio es el metal más ligero de la tierra, en su forma pura es un metal blando, tan blando que se puede cortar con un cuchillo y de color blanco plata que se oxida rápidamente en presencia de aire o agua. Este ocupa el tercer lugar en la tabla periódica, se identifica con el símbolo Li y se lo encuentra en el grupo I junto a otros elementos alcalinos como el sodio, potasio, rubidio, cesio, francio. Su nombre deriva del griego “lithos” que significa "piedra", ya que fue el único elemento alcalino descubierto en un mineral, mientras que los demás metales de este grupo se encontraron por primera vez en tejidos de plantas o por electrólisis. El descubrimiento de este elemento se produjo en el año 1817 por Johann Arfvedson mientras estudiaba muestras minerales provenientes de una mina ubicada en la isla Utö (Suecia). Esos minerales eran espodumeno, $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ y lepidolita, $\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3[(\text{F},\text{OH})_2(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}]$. Recién en 1855 Thomas Brande logró aislarlo como metal libre y estudiar sus características.³

Este elemento químico está distribuido ampliamente en la corteza terrestre, se puede encontrar tanto en rocas, formando distintas especies minerales, como también disuelto en aguas marinas y continentales, generalmente salmueras (aguas saturadas por sales). Sin embargo la abundancia relativa de éste es escasa, lo que se traduce en que generalmente su concentración en las rocas o salmueras es demasiado baja para permitir una extracción rentable y resulta necesaria la acción de procesos geológicos que generen la concentración de este elemento difuso y formen yacimientos que sean económicamente explotables.

Los principales productores mundiales de Litio son: Australia, Chile, China y Argentina. Se prevé que China ocupe el segundo lugar y Argentina relegue el lugar que ocupa Chile.

1.1 Como, donde y porque se produjo la acumulación de este elemento químico

Numerosos científicos e investigadores han realizado una gran cantidad de trabajos sobre los salares del noroeste argentino y países vecinos, no solo estudiando la génesis y las especies minerales allí encontradas sino también destacando la importancia de ellos para la industria energética. Luciano R. Catalano, un importante químico y geólogo argentino ya señalaba la ocurrencia de este mineral en sus trabajos en la década de 1920. Este famoso científico, quien fuera uno de los hombres más avezados en materia de los recursos minerales

³ De la Hoz, Gonzalo Mauro; Martinez, Verónica Rocío; Vedia, Jose Luis; El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares; Instituto de Bio y Geociencias del NOA; Temas de Biología y Geología del NOA; 3; 3; 12-2013; 58-67

de nuestro territorio y subsecretario de Minería, supo plasmar en su obra titulada “Boro, Berilio y Litio, una nueva fuente de energía” del año 1964, la inmensidad en recursos naturales energéticos que poseemos en grandes reservas y la importancia de su utilización a total beneficio del engrandecimiento de la patria, sosteniendo que la energía es el fundamento de la liberación política y económica de los pueblos.

El impulso del aprovechamiento de salmueras de interés económico abrió una nueva perspectiva a nivel mundial, así en los últimos años se comenzó a mencionar que el 80% de las reservas de litio en salmueras se encuentran en los Andes Centrales de Perú, Bolivia, Chile y Argentina y que en el caso de Bolivia contiene recursos de litio equivalentes al petróleo de Arabia Saudita.⁴

Los Andes centrales son el resultado de la colisión entre la placas de Nazca y la Sudamericana y constituyen una región caracterizada por contener los edificios volcánicos más altos del planeta rozando los 7 km de altura sobre el nivel del mar. Esta cadena montañosa de sierras y nevados constituye el límite entre Argentina y Chile y encierra una amplia región endorreica que alberga al Altiplano y la Puna, zona limitada al oeste por la cadena de volcanes y al este por montañas y sierras propias de la deformación andina.

A una altitud de 4.000 metros sobre el nivel del mar, la Puna y el Altiplano conforman una gran cuenca cerrada, donde todas las aguas confluyen en su interior. Esta región recibe escasas precipitaciones lo que genera un ambiente desértico seco lo que se traduce en la presencia de salinas y salares que forman parte del paisaje. Las particulares condiciones climáticas de este sector se deben al control que ejercen las barreras orográficas, donde las montañas del este actúan como un efectivo freno a las lluvias que vienen desde la gran cuenca del Amazonas. Por su parte del lado occidental, las precipitaciones son casi nulas debido a que circulan corrientes oceánicas frías (corriente de Humboldt) que no generan evaporación y en consecuencia tampoco precipitaciones, generando condiciones de extrema aridez como es el caso del norte de Chile. Así, la Puna y el Altiplano son relativamente más húmedos hacia el norte y en su cara oriental y se hacen más secos hacia el sur y hacia su cara occidental.

Las precipitaciones pluviales o nivales que llegan a la Puna y el Altiplano se infiltran en los terrenos porosos y alimentan los acuíferos de los manantiales que surgen formando vegas, estas aguas pueden ser dulces o salobres según los terrenos que atraviesen.

⁴ Alonso, R.N., 2013. “El Litio de la Puna”. Diario El Tribuno. 23 de junio de 2013, Salta. Disponible en: <https://www.tribuno.com/salta/nota/2013-6-23-20-25-0-el-litio-de-la-puna>

Sin embargo las aguas termales son las que suscitan mayor interés, estas aguas adquieren temperatura por su cercanía a cámaras magmáticas activas o donde el grado geotérmico es mayor. Esas aguas salen generalmente cargadas de numerosos elementos químicos que se precipitan dando distintos tipos de sales, tales como los carbonatos (travertinos y ónix), sulfatos (yeso), boratos (ulexita o bórax) y cloruros (casi exclusivamente halita o sal común).

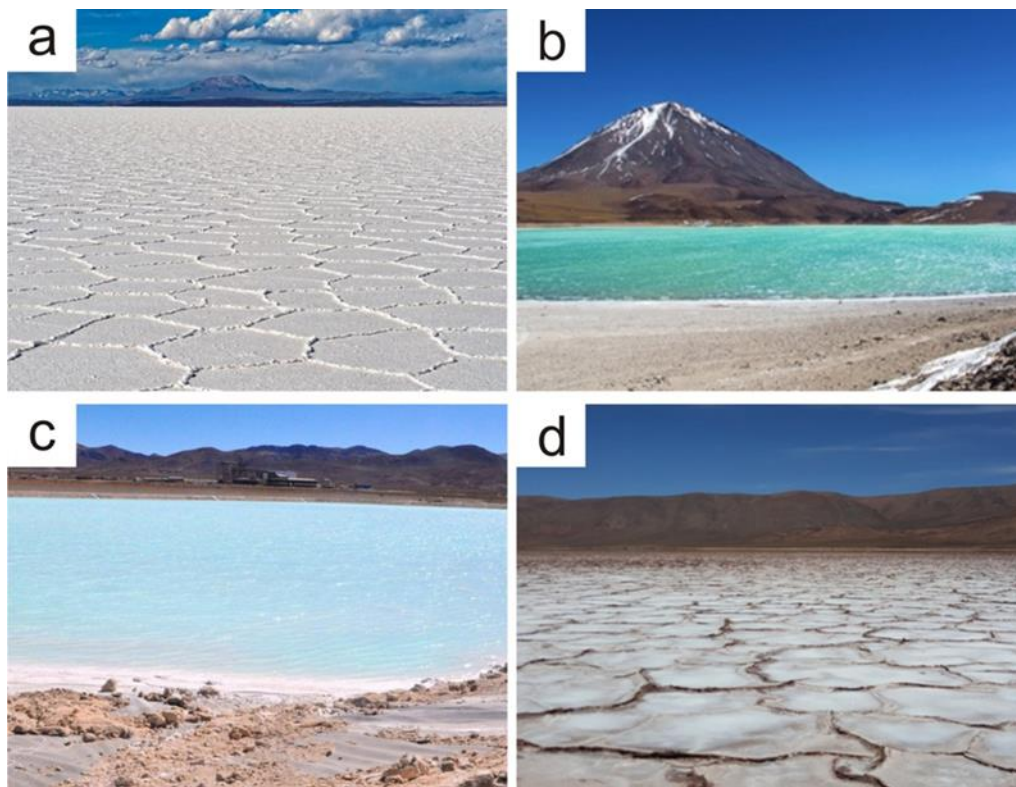
Ahora bien las fuentes termales acarrearán también otros elementos químicos entre ellos el litio, potasio, magnesio, cesio, rubidio, estroncio los que no llegan a formar minerales sólidos sino que se mantienen en solución en las salmueras del interior de los salares. Los manantiales y termas se distribuyen en pequeñas quebradas laterales a los salares o bien en las márgenes de estos. Generalmente coinciden con fallas geológicas que son las que levantan y hunden los bloques montañosos que limitan a las cuencas tectónicas que a su vez albergan a los salares.

Llegados a este punto podemos ver que las características de nuestra región andina están gobernadas por los volcanes, por las fuentes termales a ellos asociadas, por las cuencas cerradas con drenaje interior y por el clima árido. O sea que todas las aguas mineralizadas, de origen volcánico, confluyen en cuencas cerradas donde solo pueden escapar por evaporación. Todo el residuo salino evaporado va a generar las costras sólidas (usualmente blancas) que se conocen como evaporitas y son la característica superficial principal de un salar. El cloruro de sodio es la evaporita más abundante, sin embargo en el interior húmedo debajo de las costras se mantiene líquida la salmuera que contiene el resto de los elementos químicos entre los cuales el litio y el potasio son los que tienen mayor interés económico y son obtenidos a través de la explotación de esas salmueras.⁵

El aprovechamiento de las salmueras con solutos de considerable interés económico, ha cobrado singular impulso a nivel internacional y en particular en nuestro país en las últimas décadas. A continuación se describen las metodologías extractivas más usadas.

⁵ Alonso, R.N., 2013. "El Litio de la Puna". Diario El Tribuno. 23 de junio de 2013, Salta. Y Alonso, R.N., 2006. Ambientes Evaporíticos Continentales de Argentina. En: Temas de la Geología Argentina I. Serie Correlación Geológica, 21 (2): 155-170. INSUGEO.

Figura N°1: Salares de la Puna: **a)** Salar de Uyuni, el salar más grande del mundo y el que posee las mayores reservas. Obsérvese la gran dimensión de las costras salinas con sus morfologías características. **b)** Se observa la superficie del salar inundada, con sus aguas cristalinas características llenas de sales. Por detrás se observa un volcán, estos son los responsables de aportar oligoelementos a las salmueras del salar. **c)** Piletas de evaporación de salmueras. En la fotografía se puede observar las geomembranas que se colocan en el fondo de la pileta que impiden la infiltración de la salmuera extraída. Al fondo se observan las instalaciones mineras. **d)** Salar de Caucharí con sus costras características.



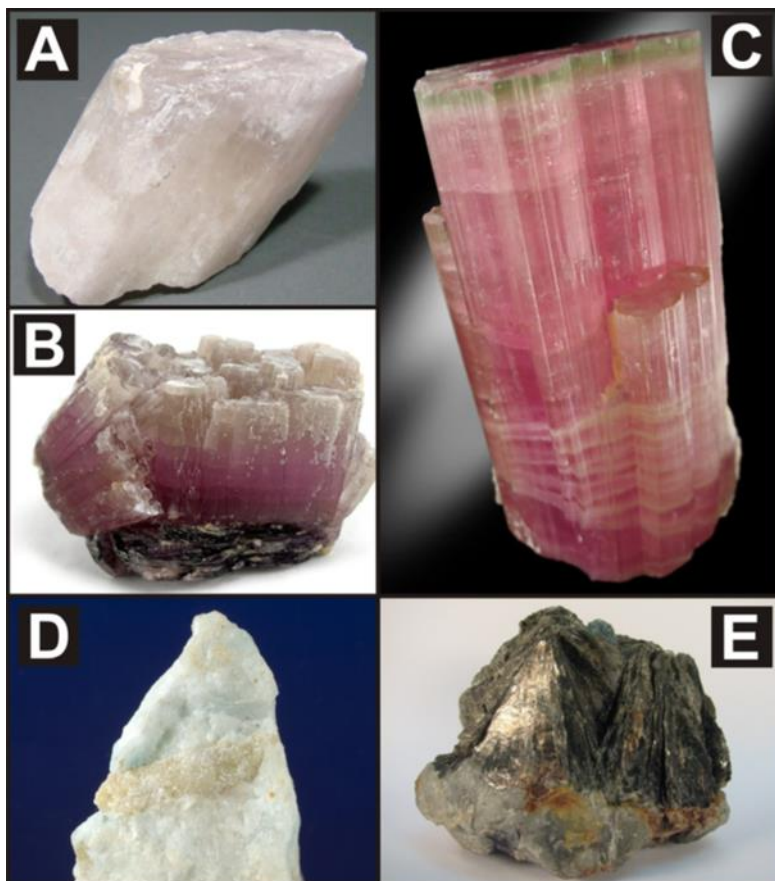
Fuente: De la Hoz, Gonzalo Mauro; Martínez, Verónica Rocío; Vedia, José Luis; El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares; Instituto de Bio y Geociencias del NOA

1.2 Como se extrae, métodos y tecnologías

El litio es el metal más reactivo del grupo de los alcalinos (debido a su alta electronegatividad) y por lo tanto es improbable encontrarlo en su forma metálica básica en la naturaleza. Como se mencionó anteriormente, este elemento se encuentra en estado sólido como componente de las rocas y en solución acuosa en aguas marinas y continentales, con asociaciones minerales típicas para cada caso y con un tenor general de concentración muy bajo. Dicho metal se presenta frecuentemente asociado con Silicatos complejos, esto lo diferencia de los otros metales alcalinos como el Sodio o el Potasio que generalmente forman cloruros de estructura mineral muy sencilla. Dichos silicatos representan la fase sólida de

pegmatitas y aplitas (tipos de rocas Ígneas que derivan de la cristalización de un magma), donde los minerales más comunes que contienen litio son: Espodumeno, Lepidolita, Zinnwaldita, Elbaita, Ambligonita, entre otros (este último es un fosfato). Aunque existen alrededor de 145 especies minerales que incorporan al litio como componente principal, sólo algunos de ellos revisten de valor económico.

Figura N°2: Minerales que contienen litio en su estructura cristalina: **A)** Espodumeno = $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ **B)** Lepidolita = $\text{K}(\text{Li},\text{Al})_3(\text{Si},\text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{F},\text{OH})_2$ **C)** Elbaita = $(\text{Li}_{1.5}\text{Al}_{1.5})\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3(\text{OH})$ **D)** Ambligonita = $\text{LiAl}(\text{PO}_4)\text{F}$. **E)** Zinnwaldita = $\text{KLiFe}_2+\text{Al}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{F},\text{OH})_2$.



Fuente: De la Hoz, Gonzalo Mauro; Martínez, Verónica Rocío; Vedia, José Luis; El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares; Instituto de Bio y Geociencias del NOA

Con respecto a las salmueras naturales, el litio se encuentra disuelto como ión en la fase líquida conformando soluciones acuosas tipo salmueras (en salinas o salares continentales o componente del agua de mar) cuya concentración y presencia de minerales y en particular de litio varía significativamente. Es decir que no todos los salares contienen litio y no todos los que lo contienen lo hacen en la misma proporción y combinación con las mismas especies minerales.

Históricamente el ser humano satisfizo sus necesidades de litio recurriendo a la refinación de minerales sólidos específicos como el espodumeno, presente en las rocas ante dichas. Pero en las últimas décadas, gatillados por el crecimiento exponencial de la demanda a nivel mundial, se desarrollaron y profundizaron procesos extractivos en soluciones acuosas, especialmente en salares continentales con características morfológicas y geológicas específicas y alta proporción de presencia de litio.

Existen distintos tipos de reservas identificadas, estas pueden encontrarse en una fase sólida o una fase acuosa. En fase sólida a través de la explotación de minerales de litio, calcinación de arcillas o del reciclado de baterías. En fase acuosa a partir de salmueras continentales, aguas marinas, aguas termales y salmueras de pozos petroleros.

Se detallan a continuación las siguientes variables extractivas:

1.2.1 Obtención de litio a partir de minerales en rocas graníticas

La obtención de minerales a partir de distintos tipos de roca responde a los métodos más antiguos y tradicionales de extracción y aprovechamiento de los recursos, los que se han ido perfeccionando gracias a la prolongada experiencia en la aplicación de estas técnicas a través del tiempo. Así, la extracción directa de minerales de litio (particularmente de Espodumeno) permite la producción de sales de este compuesto, entre los que se destacan el Carbonato de Litio (Li_2CO_3) o el Hidróxido de Litio ($\text{Li}(\text{OH})$), entre los más buscados. (Figura 3)

El espodumeno obtenido de la cantera de rocas pegmatíticas y aplíticas ricas en litio, sigue los procesos clásicos de refinación: calcinación, molienda y concentración. Primero se lo calcina a 1100°C para eliminar la humedad y exceso de agua y facilitar su posterior trituración y molienda hasta conseguir una fracción tamaño polvo. Para concentrar esta fracción, se realiza un proceso de inmersión y flotación en un líquido con base acuosa, en el cual se separan y eliminan algunos componentes indeseados y la porción mineral flota en forma de espuma. Esta espuma forma el concentrado mineral, el cual es separado e ingresado en unos tanques especiales donde se realiza un proceso de lixiviación (“ataque químico” a un compuesto altamente insoluble) en ácido sulfúrico a alta temperatura, que dará como resultado una solución de sulfato de litio.

A continuación se separan los sólidos remanentes y la solución es tratada con cal sodada para remover cualquier impureza que pudiera existir así como trazas de calcio, magnesio y hierro. Luego esa solución re-neutralizada mediante el agregado de ácido sulfúrico y concentrada en valores de 200 a 250 gramos por litro de sulfato de litio (Li_2SO_4). Llegados a

este punto y con la posterior adición de Carbonato de Sodio se obtiene la especie comercial primaria más demandada, el Carbonato de Litio.

Industrias tales como las de grasas y lubricantes, demanda la fabricación de Hidróxido de Litio, en tal caso el proceso avanza un paso ulterior: se somete al carbonato de litio mediante una reacción deshidratante con hidróxido de calcio, llevada a cabo en vacío a 180°C, que da como resultado el hidróxido de litio (LiOH).

En la actualidad la extracción mineral representa casi el 50% de la producción mundial aunque la diferencia en la complejidad de los procesos y en los costos sea mucho mayor respecto a otros métodos. Las razones centrales por las cuales la explotación mineral de rocas graníticas todavía sigue siendo viable están relacionadas a la mayor concentración de litio que presentan algunas pegmatitas, cuyos valores superan ampliamente en algunos casos los de las salmueras naturales. El segundo motivo que permite sostener explotaciones minerales de pegmatitas está relacionado a la obtención adicional como subproductos de otros recursos como el estaño, el potasio y el tantalio, lo que viabiliza una ecuación económica más integral de producción.

El país con mayor producción de litio de origen mineral actual es Australia, seguido por China.

1.2.2 Litio en Salmueras Continentales

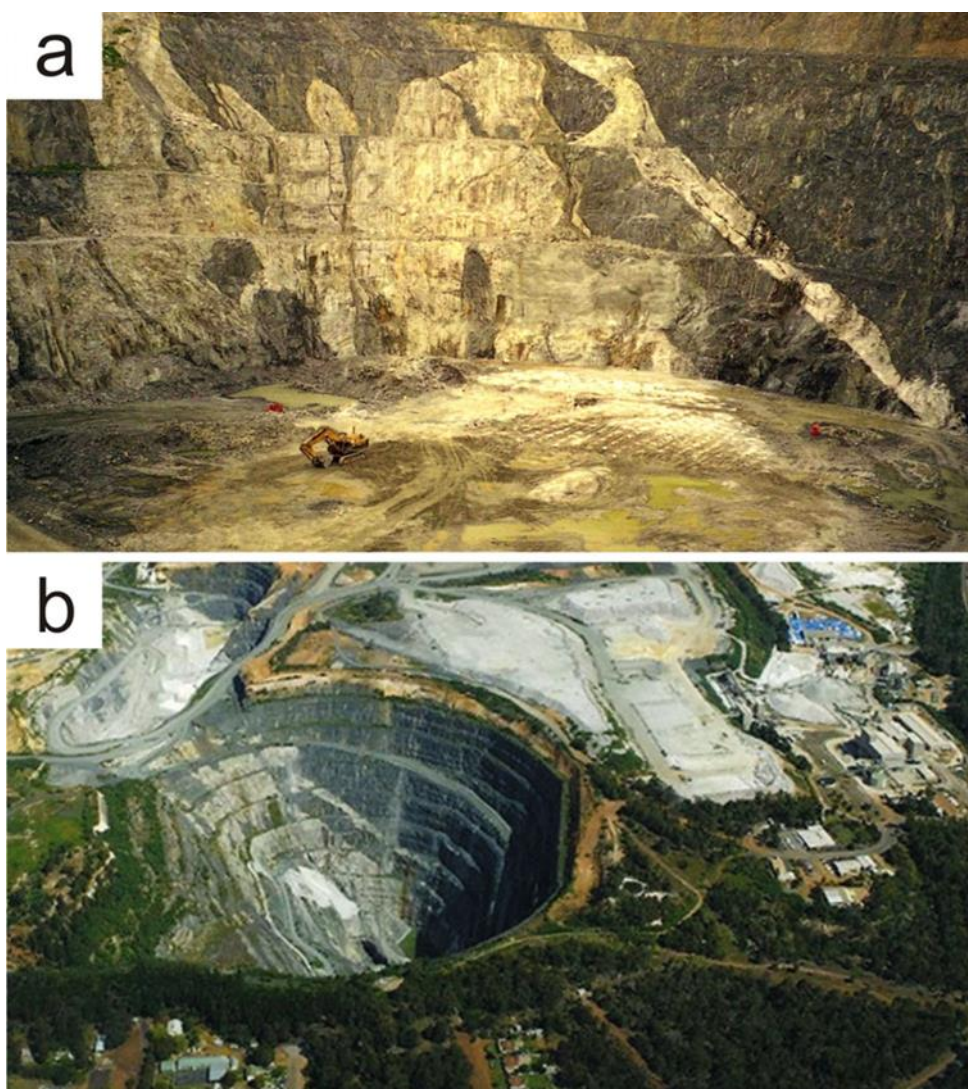
La obtención del litio existente en la salmuera de salares y salinas continentales resultó ser por lejos más eficaz y económico que la extracción de rocas graníticas. Esta diferencia en costos operativos ha sido una buena razón para profundizar el conocimiento sobre la extracción de elementos, particularmente litio, en base a salmueras.

El aprovechamiento de las salmueras contenidas en los acuíferos que están en el interior de los salares comienza con la identificación del acuífero, tanto su ubicación espacial geográfica como la profundidad a la que se encuentra. Usualmente están entre 30 y 90 metros pero pueden llegar a estar contenidos a más de 400 metros de profundidad.

Una vez seleccionados los puntos de extracción, se realizan perforaciones en la superficie del salar con equipos especiales que llegan hasta la profundidad donde se encuentra el acuífero seleccionado para la explotación. Se realiza el bombeo de la salmuera que es llevada a superficie y depositada en piletones de baja profundidad y grandes dimensiones para maximizar la tasa de evaporación. A partir de ahí, comienza el proceso de evaporación donde

los factores más importantes son la temperatura, la presión y la radiación solar del lugar que ayudaran a la mayor evaporación y concentración de los elementos disueltos.

Figura N°3: Obtención de litio a partir de rocas pegmatíticas y aplíticas **a)** Las rocas que contienen los minerales ricos en litio son las que aparecen de colores claros en la fotografía. Las mismas se extraen mediante el proceso de minería tradicional, en este caso a cielo abierto. **b)** Mina a cielo abierto de litio, obsérvese la magnitud de estos yacimientos, el desarrollo industrial y las cercanías a la ciudad que presenta. Ambas fotografías son de Australia, país que mayor producción de litio registra.



Fuente: De la Hoz, Gonzalo Mauro; Martínez, Verónica Rocío; Vedia, José Luis; El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares; Instituto de Bio y Geociencias del NOA

Los sistemas de piletas se diseñan con diferentes tamaños y profundidades según principios termoquímicos para optimizar la velocidad de precipitación. De esta manera, con el proceso de evaporación se van concentrando sales, las que al llegar a cierto punto comienzan a

precipitar muchos minerales. Sin embargo, el Litio no logra formar minerales debido a sus propias condiciones y quedará en la salmuera junto al Potasio y al Magnesio, quienes debido a su alta solubilidad, son los últimos en precipitar y en condiciones de extrema aridez (lo que no siempre ocurre). El primero de estos constituye un “aliado” del litio y se procesa paralelamente a este, se obtiene como subproducto y tiene un uso intensivo en la industria de los fertilizantes. No obstante, el Magnesio constituye un “enemigo técnico y económico” para el aprovechamiento del Litio, ya que dificulta la formación de los compuestos finales que constituyen la cadena de valor. Esto perturba las condiciones de extracción y requiere de muchos recursos técnicos, y por lo tanto económicos, para minimizar su presencia en los estadios finales del proceso. Así es que salares con buenas proporciones de Litio presentan características desfavorables para la explotación como ser el alto contenido en magnesio, lo que limita la viabilidad y sustentabilidad económica de la extracción (caso del Salar de Uyuni).

Después de varios meses de evaporación (6 a 12 meses), el concentrado obtenido a partir de la salmuera presenta un tenor de litio que está listo para ingresar a la fase siguiente y la más importante, la de transformación a Carbonato.

El tiempo que transcurre en esta etapa depende principalmente de las “condiciones iniciales” y de las condiciones a las cuales es llevado el proceso. La primera de ellas comprende la concentración natural de litio en la salmuera subterránea, la que puede variar desde algunas decenas de partes por millón (ppm) en las más pobres, hasta varios miles de partes por millón en las más ricas. Como se puede observar en el Cuadro 1, la concentración promedio varía de un salar a otro incluso dentro del mismo; a modo de ejemplo las condiciones iniciales y naturales para el salar de Uyuni serían 600 ppm, para el salar del Hombre Muerto de 500 ppm y con el contenido más alto de 3000 ppm, el salar de Atacama. Las “condiciones de proceso” son las existentes durante el proceso de evaporación: la heliofanía del lugar (cantidad de radiación solar por unidad de tiempo y superficie), temperatura media, humedad relativa, presión y cantidad de precipitaciones (estas tienen un efecto negativo ya que diluyen el concentrado). Estos factores influyen directamente en las condiciones de evaporación, que a mayor tasa mayor productividad. De los tres salares mencionados anteriormente el que mayor tasa de evaporación tiene es el Salar de Atacama (siendo el desierto más árido del mundo) mientras que el de Uyuni, por el contrario, tiene el 40% del anterior.

Cuadro 1: Salares y su caracterización en el Triángulo del Litio según concentración.

Orden	País	Yacimiento / Salar	Litio (ppm)	Potasio (ppm)	Relación Mg/Li	Tasa de Evaporación (mm/a)	Superficie (km ²)
1	Chile	Atacama	1500	18500	6,4	3700	3000
2	Bolivia	Pastos Grandes	1033	7766	2,2	1500	100
3	Chile	La Isla	860	3170	5,1	1000	152
4	Chile	Maricunga	800	7480	6,6	1200	145
5	Argentina	Salinas Grandes	795	9547	2,7	2600	212
6	Argentina	Olavarría	690	5730	2,4	2600	120
7	Argentina	Hombre Muerto (FMC)	690	6100	1,4	2775	600
8	Argentina	Hombre Muerto (Sal de Vida)	660	7370	2,2	s/a	s/a
9	Argentina	Diablillo	556	6206	3,7	s/a	40
10	Chile	Pedernales	400	4200	8,7	1200	335
11	Argentina	Caucharí	380	3700	2,8	2600	350
12	Bolivia	Uyuni	350	7200	19	1500	12000
13	Argentina	Rincón	330	6200	8,5	2600	260
14	Bolivia	Coipasa	319	10600	45,7	1500	2218

Fuente: Informe COCHILCO año 2013 (Comisión Chilena del Cobre). http://www.sernageomin.cl/pdf/urm/Mercado_Internacional_Potencial_del_Litio_en_salares_del_norte_de_chile.pdf

Cuando la proporción de litio en la salmuera alcanza los 7 gramos por litro se da inicio al proceso de conversión. Este consta de dos partes: 1) separación del magnesio remanente en la salmuera mediante el agregado directo de cal viva (CaO) lo que produce la floculación de hidróxido de magnesio y posteriormente, 2) se agrega el carbonato de sodio (soda solvay, Na₂CO₃) que produce la precipitación de carbonato de litio (Li₂CO₃).

Usualmente el concentrado primario obtenido pasa por un proceso de refinación a fin de eliminar trazas de sodio y potasio remanentes, ya que ciertas industrias (especialmente baterías) imponen fuertes restricciones frente a estos. El proceso es muy sencillo y consiste en calentar la solución primaria y exponerla a un burbujeo de dióxido de carbono (CO₂) para que precipite a estos elementos, luego se filtra, se alcaliniza y se obtiene un carbonato de litio de mayor pureza.

Otro proceso de concentración de estas salmueras es mediante la adsorción de litio a través de membranas selectivas. Se usa en salmueras de baja concentración y no influyen las condiciones meteorológicas. Si bien es amigable con el medio ambiente, el equipo de adsorción es caro, difícil de operar, genera residuos y utiliza reactivos químicos especiales lo que limita el uso de este método.

Lo expuesto anteriormente prueba que la producción evaporita de litio es de menor intensidad en capital y en mano de obra respecto del aprovechamiento y de la refinación del mineral sólido. La mayor parte de la inversión se destina a la planta de procesamiento y a la construcción de las piletas, sin embargo sus costos operativos son irrisorios y principalmente se destinan a insumos, mano de obra y energía aplicada (sobre todo en el proceso de conversión). Es importante destacar que el uso intensivo del agua en la producción evaporítica ha gatillado una problemática, tanto ambiental como económica, ya que ciertos sectores objetan los grandes consumos con el agravante de realizarlo en regiones escasas en ese recurso.

En respuesta a este inconveniente, se desarrolló un método electroquímico basado en la captura electrónica de los iones de litio presentes en la salmuera que elimina la necesidad de evaporación de agua sin que se apliquen elementos químicos que desbalancen las condiciones originales. Este fue desarrollado por el instituto INQUIMAE del CONICET, bajo la dirección del Dr. Calvo de la Universidad de Buenos Aires.⁶

Otro método es el empleado por la corporación minera FMC, que se basa en el intercambio iónico con Zeolitas, minerales porosos que presentan una selectividad natural por el litio.

1.2.3 Litio en océanos y mares

Se calcula que la existencia de litio en la superficie terrestre es de aproximadamente 14 millones de toneladas pero esta cifra es diminuta a comparación de la estimada en los océanos la cual se estima en 230 millones de toneladas dispersas en el agua de mar. Esto supone una concentración ínfima respecto de las salmueras continentales y no existen iniciativas para el aprovechamiento de estas reservas ya que suponen un costo exponencial de explotación.

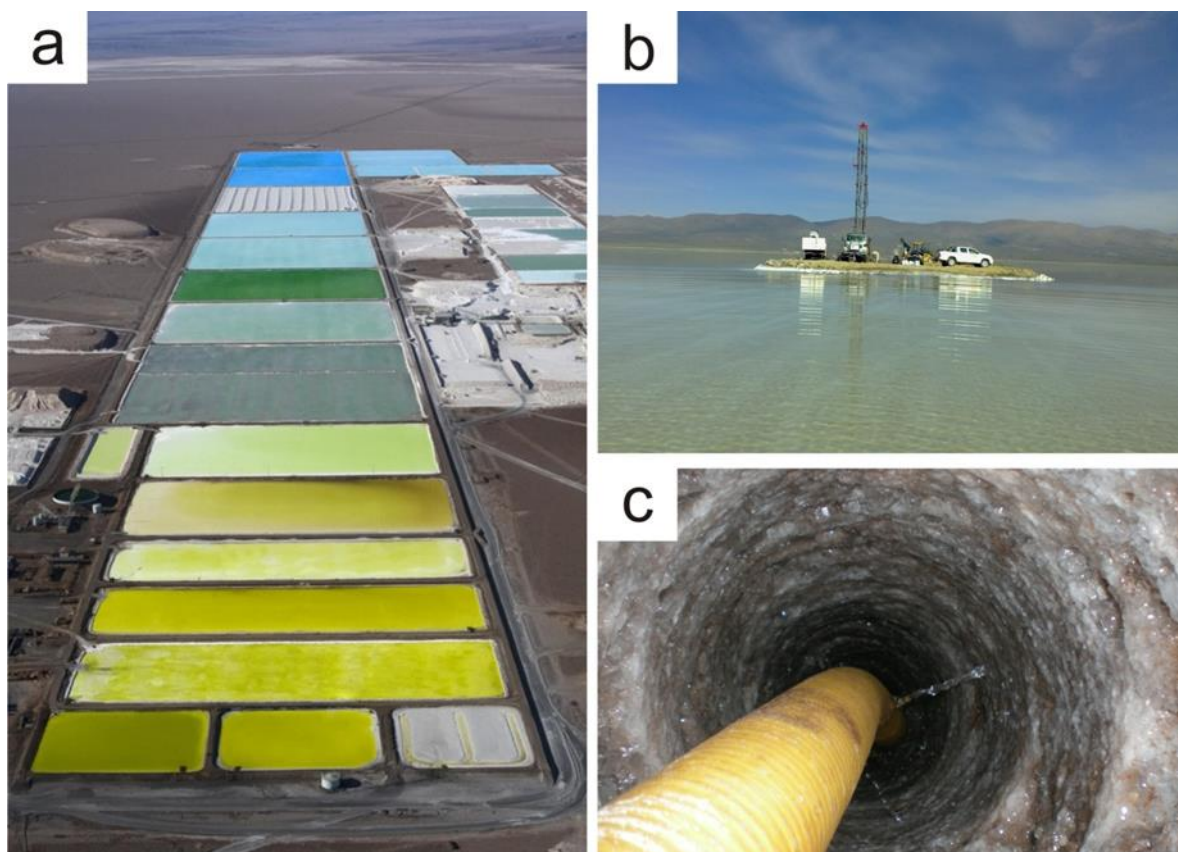
1.2.4 Litio en plantas geotérmicas

Las plantas geotérmicas aprovechan las altas temperaturas de las masas de aguas provenientes del interior de la corteza terrestre y utilizan su componente líquida y vapor para

⁶ Method and electrochemical device for low environmental impact lithium recovery from aqueous solutions, patente US 20140076734. Disponible en: www.google.com/patents/US20140076734.

generar energía eléctrica. Estas aguas termales suelen concentrarse cerca de áreas volcánicas, géiseres o de fallas profunda por lo que las plantas suelen ubicarse en estas regiones. El análisis químico de estas aguas presenta concentraciones de litio que son explotables económicamente pero dada la ubicación o la falta de espacio para sistema de piletas ha limitado el método evaporítico.

Figura N°4: Proceso de explotación de salmueras continentales: **a)** Piletones de evaporación de salmueras en el salar de Atacama, Chile. Fotografía: Haroldo Horta **b)** Perforación de exploración para extracción de salmueras en el salar de Olaroz, provincia de Jujuy. Fotografía: Rodolfo García **c)** Pozo de exploración a través del cual se bombean las salmueras y se realizan los ensayos pertinentes. Nótese el espesor de las costras salinas en profundidad.



Fuente: De la Hoz, Gonzalo Mauro; Martínez, Verónica Rocío; Vedia, José Luis; El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares; Instituto de Bio y Geociencias del NOA

La planta geotérmica de Salton Sea de Estados Unidos comenzó con una producción piloto de 500 toneladas en 2013 (pureza de 99.99%) y proyecta a futuro una producción de hasta 15 mil toneladas.⁷

1.2.5 Litio en pozos petroleros

A distintas profundidades del interior de la corteza terrestre es común encontrar aguas entrampadas en el subsuelo que tienen tenores salinos muy altos y con abundantes elementos disueltos. Algunos pozos petroleros encuentran a estos cuerpos acuosos por debajo de las capas de gas y petróleo, y muchas veces surgen junto a ellos. El análisis químico de estas salmueras arroja valores muy interesantes de elementos muy buscados como ser el bromo, el litio y otros, los que pueden llegar a ser explotados económicamente como subproductos de la actividad petrolera o ser el producto principal.

Tal es el caso del campo petrolero de Smackover en Estados Unidos cuya actividad petrolera se inició en 1920, pero en 1950 se descubrió que la fase comprendida por la salmuera era altamente rica en bromo, elemento muy buscado por la industria nuclear. Fue así que comenzó a producir este elemento y hasta la fecha sigue con el foco puesto en la producción de bromo, del cual produce el 40% de la producción mundial. La cantidad de litio en estas salmueras alcanza un valor de 360 ppm y según se estima produciría un millón de toneladas de litio, sin embargo hasta la actualidad no se ha iniciado una producción comercial del mismo.

1.2.6 Litio a través del calcinado de arcillas

Una de las principales características de las arcillas es la de adsorber cationes a sus paredes cristalinas. Esta propiedad les ha conferido a las arcillas un rol predominante en muchos procesos químico-industriales y las ha posicionado con elementos claves para el desarrollo. No escapa de ello los estudios realizados para extraer litio de las arcillas de las cuales, las que revisten de mayor importancia son la Hectorita y la Montmorillonita. En este caso el procedimiento es similar a la obtención de litio a partir de fases minerales como el Espodumeno, ya que requiere un calcinado en horno rotativo a 900 °C, además de agregados de yeso y caliza.

⁷ David Bello. Scientific American. “Geothermal Power Plants Could Help Produce Lithium for Electric Cars” Septiembre 2011. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/geothermal-power-plants-could-help-produce-lithium-for-electric-cars/>

La energía asociada a la calcinación y la complejidad del proceso, hace que los costos sean mayores a los de extracción mineral y evaporítica.⁸

En la actualidad no se ha realizado extracción comercial a partir de arcillas.

1.2.7 Litio a partir del reciclado

El litio utilizado en las baterías podría ser recuperado en base a determinados procesos de reciclado, aunque la posibilidad de reutilización presente como principal limitante la composición química y el estado de la batería.

La actual tendencia ha sido fuertemente impulsada a través de medidas regulatorias por la Unión Europea, quien desde el año 2016 espera que el 45% de las baterías de los equipos móviles cumplan con las condiciones necesarias que permitan su posterior reciclado.

Los únicos datos que se tienen de baterías de litio-ion recicladas en Europa son del año 2006. Hasta ese año se reciclaron 547 toneladas lo que representa menos del 20 % de los equipos en circulación.

1.3 Principales usos y aplicaciones del Litio

Las productivas y eficaces propiedades físicas y químicas de este elemento han logrado generar un mercado diverso y desarrollar una demanda que parece no tener fin. La versatilidad de este elemento es esencial para la fabricación de distintos productos que se usan cotidianamente y casi obligadamente, peculiaridad que lo hace aún más importante y lo posiciona dentro de los elementos más buscados en la actualidad.

El carbonato y el hidróxido de litio son los productos más requeridos por la industria. Principalmente se destinan para la manufactura de vidrios, producción de esmaltes para cerámicas, producción de aluminio metálico, ingrediente crítico en la fabricación de tubos de televisión, fabricación de grasas lubricantes de usos múltiples, obtención de litio metálico, absorbente de CO₂ en la industria espacial y submarinos, fuentes de energía eléctrica (baterías) y también para la elaboración de medicamentos. (Figura 2)

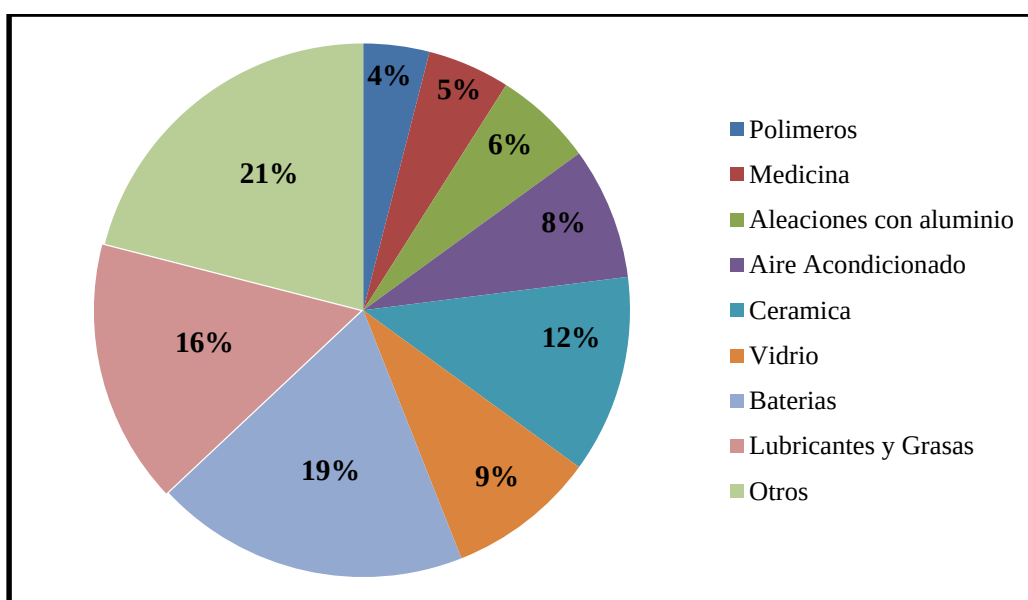
El uso del litio en la medicina sigue aún en vías de exploración ya que puede cumplir un rol biológico muy importante sustituyendo al sodio a nivel de las membranas biológicas, además se ha descubierto que incrementa la permeabilidad celular y actúa sobre los

⁸ Harry A. Tcortelot and Elizabeth F. “United States Department Of The Interior Geological Survey”. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/of/1977/0786/report.pdf>

neurotransmisores, principalmente favoreciendo la estabilidad del estado anímico y evitando los trastornos de bipolaridad. Estas propiedades dan lugar a la utilización del mismo para distintas aplicaciones farmacéuticas, principalmente para elaborar psicofármacos.

De todos los usos del litio, las baterías son las que tienen mayor trascendencia debido a que constituyen la fuente de energía de los teléfonos celulares, notebooks, tablets, etc. Estos dispositivos están diseñados para almacenar energía eléctrica, que emplea como electrolito una sal de litio que contiene los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo. Sin estas baterías no hubiera sido posible el desarrollo de la tecnología actual, y cada vez son más compactas y pequeñas.

Gráfico N°1: Usos del Litio



Fuente: Centro de Derecho Humanos y Ambiente (CHRE).
<https://pubs.usgs.gov/of/1977/0786/report.pdf>

No solo son importantes para la industria electrónica, sino también para la industria automotriz. Actualmente un grupo de ingenieros e investigadores de la Universidad de Northwestern Illinois, en los Estados Unidos, ha desarrollado un nuevo tipo de baterías de iones de litio, con una capacidad diez veces mayor que las actuales y posibles de recargar diez veces más rápido, además de alargar su vida útil. Estas nuevas baterías podrían comercializarse en los próximos tres a cinco años, y no sólo para baterías de dispositivos electrónicos, sino también para vehículos eléctricos. Las ventajas de un auto eléctrico con estas baterías son que con el mismo tamaño y peso, podríamos tener 1.500 km de autonomía

en lugar de 150 km, o bien con baterías mucho más pequeñas y ligeras, podríamos tener esos 150 km de autonomía y recarga en 48 minutos en lugar de 8 horas.

Los usos vinculados a los productos derivados del Litio tienen un amplio espectro principalmente vinculadas a las industrias anteriormente citadas. En el capítulo 6 se ahondará en las principales industrias y en el valor agregado de las mismas.

Figura N°5: Principales usos del litio: **a)** Baterías de litio para dispositivos electrónicos portátiles. **b)** Baterías para autos eléctricos o híbridos. **c)** Insumos para la industria aeroespacial. **d)** Grasas y lubricantes de litio. **e) y f)** Usos en la industria farmacéutica principalmente psicofármacos empleados para trastornos bipolares.



Fuente: Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/article/geothermal-power-plants-could-help-produce-lithium-for-electric-cars/>

1.4 Conclusión parcial:

Las características intrínsecas de la Puna y el Altiplano hacen de esta región Andina uno de los territorios con mayor potencial de exploración de litio en el mundo, ya que sus condiciones geográficas/climáticas favorecen la ocurrencia de una gran cantidad de salares, los que en su mayoría presentan excelentes proporciones de litio y muy buena relación de este con el Magnesio.

Además, cuenta con la ventaja de la obtención de litio en base a salmueras, proceso que en general es rápido y tiene costos exploratorios, de inversión y operativos relativamente bajos. En adición a esto la extracción del litio es amigable con el medio ambiente ya que consiste en evaporar en piletas las salmueras súper saturadas aprovechando las energías del sol y del viento para que estas precipiten el exceso de sal y luego las salmueras enriquecidas en litio o potasio sean tratadas para extraer esos elementos y convertirlos en cloruro de potasio o carbonato de litio.

El interés de lo expuesto radica en que el litio es absolutamente esencial para la vida cotidiana, tiene un espectro de usos múltiples con grandes sectores que incrementan la demanda día a día y los que son fundamentales para el desarrollo de matrices energéticas y están vinculadas con el desarrollo humano, industrias que sin dudas cimentarán el futuro.

Capítulo 2: Panorama general de la actualidad

minera en Argentina, en particular de la

Provincia de Salta

2.1 Perspectivas políticas, económicas y mineras.

La minería es una actividad extractiva de recursos minerales en beneficio de las comunidades, donde los aspectos ambientales y sociales son primordiales y definitorios. Esta actividad considerada como “Madre de las Industrias”, es única y singular entre todas las actividades económicas del hombre.

Argentina es un país con un enorme potencial geológico y metalogénico, que lo convierte en uno de los principales exportadores de recursos minerales del mundo debido a su gran contenido en recursos metalíferos y no metalíferos. Entre los primeros se cuentan los pórfidos de cobre-oro, epitermales de metales preciosos, depósitos de placer y de metales base; sin embargo, en la actualidad la atención es captada por los recursos no metalíferos que están presentes en los salares (boratos) y en las Salmueras de los mismos (litio).

Sin embargo, esta actividad ha sufrido y sufre actualmente altibajos en su producción debido a factores internos y externos, que frenan proyectos de inversión debido a cuestiones meramente políticas más que económicas. Si bien las cuestiones económicas mundiales como la caída del precio de los metales, la cotización de la bolsa y la variación en la demanda de los mercados, influyen directamente en el desarrollo de la actividad, la política errática y equivocada que adoptó la Argentina en sus últimos 10 años resultó desalentadora y generó desconfianza al inversor. Así, la traba a las importaciones, retenciones a las exportaciones, cepo cambiario, mercado de dólar paralelo, presión impositiva nacional y provincial, falseamiento del índice de precios del INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo), alta inflación y depreciación de la moneda e inestabilidad jurídica fueron algunas de las medidas que detuvieron el auge de la actividad minera en la Argentina. A esta situación se suma además, la generación de leyes provinciales que prohíben la minería o el uso de químicos que se emplean en el proceso minero, hecho que gravitó en el avance de proyectos de exploración y en la explotación de algunos proyectos mineros, incluso en provincias o departamentos con una larga tradición minera.

Aunque, al día de hoy, se han realizado una serie de reformas que están alentando a la minería, todavía existen provincias, muy ricas desde el punto de vista de los recursos minerales, en las que se rigen leyes anti-mineras (figura N°6). Las provincias del eje andino poseen un potencial geológico intacto y desconocido, con una riqueza metalogénica inconmensurable debajo de esos suelos pobres, entre ellas se cuentan Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Jujuy y Salta.

Figura N°6: Provincias donde rigen leyes anti-mineras. CEPAL – año 2015



Fuente: Informe CIECTI (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia Tecnología e Innovación). <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

Salta ha crecido en materia de minería en estos últimos años y se distingue por ser la principal provincia argentina en destinos de exportación. Este crecimiento se debe principalmente a la implementación de una política de estado pro-minera que ha incentivado al inversor minero. Así, y tal como lo establece el artículo 82 de la constitución de la Provincia de Salta, “La Provincia promueve la exploración y explotación de los yacimientos

mineros existentes en su territorio, velando por la correcta aplicación y cumplimiento de las leyes. Procura la industrialización de los minerales en su lugar de origen, favorece la radicación de empresas y atiende el mantenimiento y desarrollo de las comunicaciones y energía, en zonas mineras”, velando además por un desarrollo sustentable (Art. 41, de la Constitución Nacional). En adición a estos lineamientos, el importante rol de un juez de minas (autoridad judicial y no administrativa) que efectúa la concesión de la propiedad minera y hace cumplir las normativas, brinda un marco de seguridad y estabilidad jurídica a esta actividad; a la vez el desarrollo de infraestructura en la región Puna, como el gasoducto de gas que abastece a las localidades de San Antonio de los Cobres, Olacapato y Pocitos, la ruta N°51 y los parques industriales en las localidades mencionadas, así como el potencial geológico-minero inexplorado aún, han constituido los pilares fundamentales que permitieron la atracción y captación de inversiones nacionales e internacionales en este sector.

2.2 Evolución de la actividad minera Argentina

Argentina no ocupa un rol importante en el mapa de la minería latinoamericana a pesar de su enorme potencial en recursos. Sin embargo, desde la entrada en producción de Bajo de la Alumbrera (puesto en marcha en 1997 en Catamarca, extracción de cobre y oro), Salar del Hombre Muerto (Litio, activa desde 1997, Catamarca) y Cerro Vanguardia (Oro, desde 1998, Santa Cruz) ha participado crecientemente en la exportación de cobre, oro y ciertos minerales no metalíferos como boratos (yacimiento Loma Blanca, explotado desde 2000, Jujuy) y litio.⁹

A los proyectos mencionados se sumaron posteriormente otros como los de Veladero (Oro y Plata, puesto en marcha en 2005, San Juan); Pirquitas (Plata, Estaño y Zinc, reinaugurada en 2009 tras 20 años de inactividad, Jujuy); El Pachón (Cobre, San Juan), Agua Rica – Farallón Negro (Oro, Cobre y Molibdeno, puesta en marcha en 2010, Catamarca); Potasio Río Colorado (Potasio, puesto en marcha en 2010, Mendoza); Cerro Negro (Oro, inicio de explotación 2012, Santa Cruz) y Lama Pascua (Oro y Plata, inicio de explotación en 2013, San Juan). Asimismo, deben mencionarse las extracciones de gran escala históricas y algunas preexistentes en la actualidad Zapla (Hierro, Jujuy), El Aguilar (Plomo, Plata y Zinc, en operación en la actualidad, Jujuy) y Sierra Grande (Hierro, nuevamente en producción desde 2006, Río Negro).

⁹ Secretaría de Minería de la Nación. “Minería en Números” Año 2009. Disponible en: https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/03/argentina_mineria_en_numeros.ar_.pdf

Mientras preponderaron los insumos (rocas de aplicación, áridos, calizas, etc.) para la industria y la construcción en la composición de la producción minera, las provincias de Buenos Aires y Córdoba hegemonizaron las extracciones, tanto en volumen como en valor de lo producido. Bastó con la puesta en producción del Bajo de la Alumbrera para que Catamarca pasara a ocupar el lugar de principal productora minera del país en cuanto al valor de su producción¹⁰ lo que se profundiza a medida que entran en actividad los demás proyectos metalíferos ubicados sobre los Andes.

La exportación de cobre y oro ha generado un enorme volumen de ingresos lo que dio como resultado un superávit en la balanza comercial minera. De tal modo, Argentina se transformó en el 9º productor mundial de cobre y 14º de oro (explotación de Bajo de la Alumbrera) y tras la entrada en operaciones de la explotación de Salar del Hombre Muerto (Catamarca) en 1997, pasa a tener la capacidad de abastecer el 30% de la demanda internacional de litio. Asimismo, durante 2006 se puso en marcha la mina Veladero, incrementando aún más los volúmenes extraídos y exportados.¹¹

De acuerdo a la Secretaría de Minería de la Nación, las exportaciones mostraron un incremento en la facturación pasado de u\$s3.300 millones de dólares registrados en el año 2003, a u\$s12.375 millones de dólares en el año 2008.¹²

Con respecto al año 2017 el intercambio comercial en el sector minero generó un saldo positivo, ya que en los primeros once meses las exportaciones de las empresas mineras sumaron u\$s3691 millones de dólares, mientras que las importaciones fueron de u\$s338 millones de dólares en concepto de bienes de capital. Esto significó un aumento del 5,3% con respecto al año 2016.¹³

En el caso de los aportes tributarios en el año 2016 el sector aportó al fisco u\$s13.680 millones de dólares, lo que representó un 49% más que lo aportado en el año 2015. Considerando que a fines de diciembre del 2015 se eliminaron los derechos de exportación se

¹⁰ Dado que el proceso de concentración del mineral extraído en La Alumbrera se realiza en la provincia de Tucumán, esta afirmación es válida al considerarse los valores en planta de beneficio (es decir, tomándose el metal una vez concentrado). Si se toman los valores en yacimiento (mineral en bruto), la Provincia de Buenos Aires mantiene su primacía aún al realizarse el Censo Nacional Económico 2004-2005.

¹¹ Situación Actual de la Minería en la Argentina. “Evolución de la actividad minera Argentina”. Noviembre 2011, Disponible en: http://www.fes.org.ar/Publicaciones/2011/Ap_N13-Mineria%20Argentina-Estarellas.pdf

¹² Secretaría de Minería de la Nación. “Minería en números” Año 2009. Disponible en: https://www.ocma.org/wp-content/uploads/2017/03/argentina_mineria_en_numeros.ar.pdf

¹³ Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM). “Variables Mineras”. Año 2017. Disponible en: <http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2018/05/Reporte-mensual-de-datos-y-an%C3%A1lisis-del-sector-minero-ENERO-2.pdf>

registró un aumento de la base imponible que generó una mayor recaudación en concepto de impuestos a las Ganancias.¹⁴

Cuadro N°2: Exportaciones mineras en Argentina

Exportaciones en Toneladas					
Año	Oro	Plata en bruto	Minerales de Plata	Concentrado de Cobre	Carbonato de Litio
2010	230	197	27.085	565.673	18.554
2011	209	244	24.511	455.296	14.275
2012	238	199	36.899	523.170	14.107
2013	317	151	35.162	394.710	14.072
2014	299	210	40.932	408.718	19.313
2015	552	245	34.664	253.696	19.656
2016	447	184	40.406	328.933	25.542
11 meses 2017	418	214	36.802	280.227	27.620

Fuente: Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM). http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2018/05/Reporte-mensual-de-datos-y-an%C3%A1lisis-del-sector-minero_ENERO-2.pdf

2.3 Producción minera de Salta

La producción minera de la provincia de Salta se encuentra limitada actualmente al campo de los minerales no metalíferos con una participación del 67,8% del valor de producción minera provincial y el 32,2% restante corresponden, en menor medida, a rocas de aplicación. El principal rubro de producción en tonelaje son los boratos (Salta es la primera productora de Sudamérica) que en el año 2010 alcanzaron las 316.987 toneladas, correspondiendo de estas, 157.801 toneladas a la ulexita de los salares; 88.769 toneladas al bórax de mina Tincalayu; y finalmente el distrito Sijes con una producción de 39.533 toneladas de hidroboracita y 70.417 toneladas de colemanita¹⁵. En cuanto a los últimos registros de la producción de boratos se

¹⁴ Informe Cadena de Valor. “Minería Metalífera y Rocas de Aplicación”. Mayo 2016. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPE_mineria_metalifera_rocas.pdf

¹⁵ Minería de Salta, año 2007. Gobierno de la provincia de Salta. Ministerio de la producción y el empleo. Secretaria de Minería y recursos energéticos. 282 pág.

generó una disminución, ya que en el año 2014 la producción fue de 191.144 toneladas representando el 35,0% de la producción minera de la provincia.¹⁶ Mientras que en el año 2016 y 2017 la producción total de boratos registro 74.607 toneladas y 83.739 toneladas respectivamente, debido fundamentalmente a una merma del consumo por parte del mercado chino, a la baja de los precios internacionales y al ingreso de dos grande productores como Turquía Y Estado Unidos que lograron colocar su producción en Brasil, el cual es unos de los principales destino de las ventas argentinas.¹⁷ A su vez la producción de borato, ya sea en su forma natural o como producto refinado (ácido bórico, tetraboratos, etc.) es destinada a la venta tanto del mercado interno y externo para aplicaciones industriales, entre las que se destacan la fabricación de cerámicas, detergentes, fertilizantes y vidrios.

A los boratos les siguen en tonelaje la sal común, que se explota en los salares de la Puna por alguna de las tres modalidades (raspado, panes o cosecha). La producción del año 2014 alcanzó las 20.871 toneladas y su destino fue para la industria del papel y de la alimentación principalmente, en mercados del norte argentino.¹⁸

Con respecto a la producción minera a través de rocas de aplicación en el año 2017 el sector de arcilla genero una participación del 25% del valor de producción minera provincial con 194.500 toneladas. El vidrio volcánico perlita alcanzo en ese mismo año una producción de 19.779 toneladas. El yeso, que se explota fuera de la puna en las serranías del este de la provincia para la industria del cemento alcanzo a 4.750 toneladas, destinado a la industria del cemento local y también para la exportación a Paraguay, el ónix es otra sustancia con un repunte sostenido en el tiempo, habiéndose alcanzado durante el año 2014 a las 17 toneladas.¹⁹

En lo que respecta al cloruro de litio y el carbonato de litio la provincia de Salta cuenta con una planta para la elaboración de este producto, si bien el material procesado proviene de la provincia de Catamarca, dado que aún no se registra localmente extracción a escala comercial de este metal.

¹⁶Anuario Estadístico, Año 2014. Gobierno de la Provincia de Salt. Disponible en:

<http://estadisticas.salta.gov.ar/web/archivos/anuarios/anuario2014-2015.pdf>

¹⁷ Oferta Exportable de la Provincia Salta 2018-2019. Fundación ProSalta. Disponible en: <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>

¹⁸ Informes Productivos Provinciales. Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación. Marzo 2017. https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/Informe_Productivo_salta.pdf

¹⁹ Oferta Exportable de la Provincia Salta 2018-2019. Fundación ProSalta. Disponible en: <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>

Cuadro N°3: Minerales no metalíferos, provincia de Salta. Año 2010 – 2017

Mineral no metalífero			
Año	Borato	Sal Común	Sulfato de sodio
2010	316.987	29.774	
2011	253.802	33.577	5.001
2012	226.208	26.145	38.533
2013	254.215	37.400	15.000
2014	191.144	20.871	
2015	64.874	22.613	
2016	74.607	11.806	
2017	83.739	12.107	

Fuente: Anuario Estadístico y Oferta Exportable Salta. Gobierno de la Provincia de Salta. <http://estadisticas.salta.gov.ar/web/archivos/anuarios/anuario2014-2015.pdf>

Cuadro N°4: Rocas de aplicación, provincia de Salta. Años 2010 – 2017

Roca de aplicación				
Año	Arcilla	Perlita	Yeso	Marmol ónix
2010	51.074	27.183		371
2011	234.105	27.446	1.062	435
2012	314.116	24.663	2.896	452
2013	384.400	24.737	3.500	326
2014	488.550	22.680	2.700	269
2015	359.904	23.282	3.600	865
2016	355.904	17.905	3000	125
2017	194.500	19.779	4.750	17

Fuente: Anuario Estadístico y Oferta Exportable Salta. Gobierno de la Provincia de Salta. <http://estadisticas.salta.gov.ar/web/archivos/anuarios/anuario2014-2015.pdf>

Entre los principales agentes de la estructura productiva se destacan los siguientes:

-Bórax Argentina, empresa que pertenece al grupo multinacional Orocobre, lleva a cabo la extracción, concentración y refinación de minerales de boro en instalaciones ubicadas en Salta y Jujuy. Sus principales yacimientos se localizan en Tincalayu (Salta) y Porvenir (Jujuy), a su vez integra su producción de manera vertical y regional.

- Grupo Minera Santa Rita, de capitales nacionales, lleva adelante también una estrategia de integración vertical y regional. Su principal fuente de explotación y reserva de boro se

localiza en el Salar del Hombre Muerto (Catamarca), pero cuenta con dos plantas de procesamiento en la provincia de Salta (Campo Quijano y Olacapato).

-Minera del Altiplano, de la empresa norteamericana FMC, la cual integra la extracción y procesamiento de litio en Salta y Catamarca donde se llevan además a cabo la producción de cloruro de litio y carbonato.

2.4 Exportaciones mineras de Salta

Argentina es actualmente la 45° mayor economía de exportación del mundo, se destaca particularmente por la calidad de sus productos agroindustriales entre los cuales se cuentan soja y sus derivados (residuos, aceites, harina), miel, frutos, cítricos y sus respectivos concentrados, legumbres, maíz, trigo, carne vacuna y vinos, que la posicionan mundialmente ante la demanda de los principales mercados (Estados Unidos, Países Bajos, Francia, Malasia, Brasil, Indonesia, Canadá, entre otros). Sin embargo, las características singulares del territorio argentino, la ubicación estratégica y el progreso en materia energético-productiva ha permitido la ubicación del país dentro de las principales proveedoras de minerales del mundo. Este panorama se ve reflejado en que la producción minera y las exportaciones muestran un crecimiento sostenido, que se traduce en la importante posición que ocupa nuestro país en el ranking de productos del mundo, entre ellos se destaca el Litio (3° lugar), Boro (4°), Plata (10°), Oro (14°), Cobre (20°), Plomo (21°) y Zinc (25°).²⁰

Salta es la provincia argentina que ocupa el primer lugar respecto a las exportaciones mineras, ya que actualmente exporta a 41 países de los cinco continentes. En el año 2017 el total de las exportaciones mineras de la provincia sumaron u\$60.406.128 millones de dólares FOB por un total de 77.440 toneladas, estos valores responden principalmente a los boratos y sus derivados así como la perlita y el cloruro de litio.²¹ Entre los boratos y sus derivados los rubros más importantes que se exportaron ese mismo año fueron ácido bórico que registró 22.322 toneladas, luego le siguen la hidroboracita 15.900 toneladas, ulexita 10.511 toneladas, borón 9.230 toneladas, bórax decahidratado 4.924 toneladas, octoborato 2.972 toneladas, colemanita 2.546 toneladas, y en menor medida pentaborato 449 toneladas y borato de sodio 97 toneladas, el valor total FOB de las ventas al exterior de los derivados de borato en el año 2017 alcanzaron alrededor de u\$30.500.00 millones de dólares. Por otro lado la perlita que se

²⁰ III Seminario Internacional de Litio en Sudamérica. “Soluciones para el tratamiento de agua en minería”. Disponible en: http://panorama-minero.com/wp-content/uploads/2017/03/LITIO_2014.pdf

²¹ Informes Productivos Provinciales. Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación. Marzo 2017. https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/Informe_Productivo_salta.pdf

está exportando expandida a Brasil, y Chile y se realizaron embarques de perlita cruda a España en se mismo año registro un total exportado de 270 toneladas por un valor FOB de u\$33.709 dólares.²²

El otro mineral que se destaca en las exportaciones mineras de la provincia es el cloruro de litio (que se explota de salmueras en el salar del Hombre Muerto en el límite Salta-Catamarca) se procesa en la planta de General Güemes en Salta, se está exportando a China, Estados Unidos, Inglaterra y Alemania. Los envíos al exterior de este mineral en el periodo 2017 genero 5.041 toneladas a un valor FOB de u\$29.963.329 millones de dólares.

Cuadro N° 5: Exportaciones Mineras de la provincia de Salta – Año 2017

Minerales	Toneladas	Valor FOB
Acido Bórico	22.322	u\$13.394.655
Borato de Sodio	98	u\$98.547
Borax Anhidro	326	u\$339.978
Borax Decahidratado	4.924	u\$2.501.241
Borax Pentahidratado	2.839	u\$1.407.768
Borón	9.230	u\$1.591.071
Carbonato de Litio	8	u\$96.272
Cloruro de Litio	5.042	u\$29.963.392
Colemanita	2.547	u\$894.321
Hidroboracita	15.900	u\$3.365.931
Octoborato de Sodio	2.972	u\$3.157.001
Pentaborato de Sodio	450	u\$399.033
Perlita	270	u\$33.709
Ulexita Anhidra	10.512	u\$3.163.204
TOTAL	77.440	u\$60.406.128

Fuente: Oferta Exportable de la Provincia de Salta 2018-2019. <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>

El listado de países a los cuales Salta exporta actualmente sus productos minerales son: Brasil, Uruguay, Bolivia, Chile, Perú, Ecuador, Paraguay, Colombia, Venezuela, Costa Rica, República Dominicana, Nicaragua, Guatemala, México, Estados Unidos, Canadá, Nueva

²² Oferta Exportable de la Provincia Salta 2018-2019. Fundación ProSalta. Disponible en: <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>

Zelanda, Australia, Indonesia, Malasia, Tailandia, Singapur, Bangladesh, India, Pakistán, China, Japón, Sudáfrica, Kenia, Italia, Marruecos, España, Francia, Inglaterra, Holanda, Irlanda, Bélgica, Alemania, Hungría, Polonia y Taiwán. Un hecho significativo es el crecimiento que ha tenido el mercado chino para nuestras exportaciones. China importó en el año 2005 un 535% más que en el año 2004 en productos tales como el cloruro de litio, ácido bórico y colemanita. En el año 2006 se agregó además la exportación de octoborato y pentaborato de sodio. El total de lo exportado a china en el año 2006 fue de 14.449 toneladas por un valor de u\$12.261.665 millones de dólares.²³ La apertura de un mercado con enorme potencial, como es el chino con un crecimiento sostenido del 9% en las últimas dos décadas, puede encarnar un fuerte impulso para la actividad minera de Salta. Otro país donde se incrementaron significativamente las exportaciones fue Australia, al cual se le vendió hidroboracita, octoborato de sodio y ácido bórico, habiendo pasado desde 500 toneladas en el año 2004 a 15.300 toneladas durante el año 2005. Lamentablemente la falta de infraestructura logística, como ser el ferrocarril a Chile impidió continuar con el importante mercado australiano de la hidroboracita que sufrió una brusca caída durante el año 2006. A pesar de todo Salta sigue siendo el primer productor mundial de hidroboracita habiendo exportado durante el año 2006 a Brasil, Estados Unidos, Nueva Zelanda y Australia 33.672 toneladas por un valor de u\$3.611.439 millones de dólares.²⁴

El aumento de las exportaciones a China, Estados Unidos, mercados exigentes de la Unión Europea, como Holanda, Alemania, Francia y Bélgica, demuestran que la provincia está trabajando con normas técnicas y ambientales de calidad internacional en la fabricación de sus productos mineros. Como dato de interés es importante remarcar que hoy, Salta, está exportando sus productos minerales a países tan lejanos como China, Singapur, Australia o Pakistán por mencionar algunos. Incluso, siendo Estados Unidos una potencia mundial en el tema de los boratos, es un importante mercado de la producción salteña, como así también Canadá y la Unión Europea que se caracterizan por sus estándares de alta calidad. Es decir, Salta está haciendo una tarea de exportación que es realmente significativa. Los éxitos de esta gestión exportadora están relacionados con las siguientes empresas: FMC Lithium Minera del

²³ Informes Productivos Provinciales. Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación. Marzo 2017. https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/Informe_Productivo_salta.pdf

²⁴ Informe especial. “Salta una provincia minera”. Revista Mining Press, Agosto 2007. Disponible en: <http://www.miningpress.com/nota/23955/informe-especial-salta-una-provincia-mineral>

Altiplano S.A., Borax Argentina S.A., Minera Santa Rita S.R.L., Ulex S.A., Agenor S.A., Electroquímica El Carmen S.A., Perfiltra S.A. y Viento Blanco S.A., entre otras.²⁵

2.5 Actualidad minera de la provincia de Salta

La aplicación de algunos lineamientos políticos básicos, la seguridad jurídica, la oferta del potencial geológico y metalogénico intacto, la protección del medio ambiente, y las obras de infraestructura, han ubicado a Salta como la mejor provincia argentina para invertir en minería.

El estado actual de la minería ha cambiado mucho respecto a la base de los padrones que existían en la fines de la década de los 70 y principio de los 80, hoy más de un millón y medio de hectáreas están cubiertas por propiedades mineras, con más de 4000 mil expedientes mineros activos, y además Salta se ha convertido en la principal provincia exportadora de minerales, entre los destinos de sus ventas tenemos a la unión europea, mercado el cual es muy exigentes con respecto a las normas de origen técnicas y ambientales. Somos los primeros exportadores mundiales de hidroboracita, cloruro de litio, perlita y ónix. Se está explotando además yeso, calizas, arcillas, áridos sal común y carbonato de sodio, así como sulfato de sodio y salmueras de litio. Las empresas de prospección están buscando cobre, oro, plata, zinc y uranio en distintos puntos de la provincia. El desarrollo de esta actividad trae aparejado la generación de mano de obra directa e indirecta, la creación de trabajo genuino, así como un crecimiento económico del país y en particular de la región del NOA.

2.6 Potencial geológico y metalogénico

Salta es una provincia con un enorme potencial geológico y metalogénico. Tiene un gran contenido de recursos no metalíferos que son los que están presentes en los salares, así como en los viejos salares que existieron en la región durante el Neógeno. También posee una gran cantidad de prospectos nuevos como los pórfidos de cobre-oro, los epitermales de metales preciosos y depósitos de metales de base. Si se exceptúa la llanura chaqueña, el resto de las unidades geológicas presentes en la Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas corresponden a sistemas montañosos. Las montañas son precisamente las portadoras de los minerales. Hay una ley de la naturaleza que dice que: “suelo rico es igual a subsuelo pobre y viceversa suelo pobre es igual subsuelo rico”. Las provincias andinas no tienen la riqueza del

²⁵ Minería de Salta, año 2007. Gobierno de la provincia de Salta. Ministerio de la producción y el empleo. Secretaría de Minería y recursos energéticos. 282 pág.

suelo de la pampa húmeda y por ello la única alternativa económica que se les presenta es buscar las riquezas en el subsuelo. Respetando el medio ambiente y cumpliendo con la ley la premisa actual es que los minerales sean explotados generando riqueza y empleo genuino. La provincia tiene un potencial minero prácticamente intacto, se han hecho algunas exploraciones durante la década de los noventa y se han descubierto yacimientos. Nuevos o se han mejorado los resultados de los hallazgos durante el plan geológico minero del NOA, llevando a cabo en su momento por Fabricaciones Militares en la década del 1970. Mientras que Chile, a la misma latitud, tiene millones de metros de perforaciones realizadas, en Salta existen apenas unos miles metros. Esto demuestra que el potencial minero de Salta está prácticamente intacto. Los yacimientos se descubren cuando se perforan las estructuras geológicas alumbrando la tercera dimensión. Si no se perfora, nunca se va a encontrar el yacimiento mineral que puede haber en el interior de ellas. Eso es lo que hicieron y están haciendo los chilenos y tienen hoy unas de las minerías más pujantes y poderosas del mundo. Desde el punto de vista geológico, Salta es una provincia donde convergen dos de las grandes fajas metalíferas de los Andes Centrales: la Puna salteña (Chuquicamata, la mina de cobre a cielo abierto más grande del mundo es un ejemplo) y las fajas de metales que bajan desde Bolivia (aurífera, polimetálica, plumbo-zinquífera y argentífero-estannífera, donde baste citar como ejemplo el mayor yacimiento mundial de plata; el cerro Rico de Potosí), pasan por la Puna jujeña y terminan en la Puna salteña. Es decir que, Salta está en una de nudo o nexo entre dos fajas metalogénicas de primer orden a escala planetaria. Si se le suma la ausencia de perforaciones, se concluye en que es indispensable continuar prospectando y explorando, hay que perforar y descubrir. También resulta interesante que muchos depósitos que fueron explorados siguiendo un determinado modelo, hoy se encuentran en revisión. Es el caso de algunos depósitos del occidente de la Puna salteña que podrían quizás pertenecer a la categoría del IOCGD (Iron Oxide Copper Gold Deposits). Esto hizo que se volvieran últimamente sobre depósitos que habían sido descartados en una primera etapa. Lentamente la actividad minera vuelve a tomar el ritmo que supo tener en la década de los noventa y que se perdió con la caída del precio internacional de los metales primero y luego con la crisis estructural que sufrió nuestro país.²⁶ El crecimiento sostenido de la actividad minera salteña se da por el marco de seguridad jurídica que ofrece la provincia. Debe tenerse presente que de cada 100 prospectos que se investigan, tal vez uno de ellos puede llegar a convertirse grandes sumas de dinero en capitales de riesgo. Los yacimientos como dijimos se descubren cuando se

²⁶ Minería de Salta, año 2007. Gobierno de la provincia de Salta. Ministerio de la producción y el empleo. Secretaría de Minería y recursos energéticos. 282 pág.

perforan las entrañas de las montañas en su búsqueda. A pesar de toda la ciencia y la tecnología actual en imágenes satelitales, geofísica, geoquímica y perforaciones todavía factor suerte sigue jugando el mismo papel que jugó para los viejos prospectores que se internaban al desierto en busca de metales.²⁷

2.7 Conclusión parcial:

A modo de conclusión parcial y en base a la información recopilada podemos destacar que Argentina se convirtió en uno de los principales países productores y exportadores de minerales a nivel mundial al tener un importante potencial geológico minero y contar con reservas de recursos metalíferos y no metalíferos. Pero esta actividad en varias ocasiones se ha visto afectada por algunas razones, como ser la inestabilidad política y económica de nuestro país, la caída de los precios a nivel internacional de los metales, la variación de la demanda en los mercados o la creación de leyes que imponen algunas provincias al prohibir la minería o el uso de ciertos químicos para el desarrollo de dicha actividad. Esto genera una mayor desconfianza a los inversores y provoca que no se continúe con el avance de proyectos que se encuentran en marcha.

Sin embargo, la provincia de Salta en los últimos años ha trabajado fuertemente en materia de minería al implementar políticas que han incentivado la inversión y la radicación de empresas en zonas mineras permitiendo así un crecimiento sostenido de la actividad por contar además con un marco de seguridad jurídica que otorga la provincia. Actualmente se cuenta con un importante número de proyectos y compañías mineras que explotan y producen principalmente boratos, sal común, arcilla, perlita, litio y demás minerales.

De esta manera Salta se encuentra liderando los primeros puestos con respecto a las exportaciones mineras, siendo el rubro más importante de los envíos salteños los boratos y sus derivados los cuales representan más del 50% de las ventas al exterior. A estos envíos le sigue el cloruro de litio que la mayor cantidad se explota en salmueras en el Salar del Hombre muerto y se procesa en la planta instalada en General Güemes, si bien las cantidades de toneladas exportadas aún son insignificantes en comparación a los derivados de boratos su valor total FOB representa una importante entrada de divisas al país ya que el precio

²⁷ Secretaría de Minería de la Nación. “Minería en Números” Año 2009. Disponible en: https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/03/argentina_mineria_en_numeros.ar_.pdf

internacional del litio es mucho mayor al precio del bórax. Y por último la provincia también realiza exportaciones de perlita expandida a Brasil, Chile y España.

Entre los principales destinos de los envíos al exterior de estos minerales son China, país el cual representó un crecimiento para las exportaciones de Salta al igual que Australia ya que ambos países aumentaron su demanda e importaciones de borato, a estos dos mercados le sigue Estados Unidos, Brasil, Australia, Chile, Nueva Zelanda, España, entre otros.

Capítulo 3: Perspectivas sobre la explotación de litio, una revisión mundial y panorama en el noroeste argentino

3.1 Reserva y Producción Mundial

Los usos y propiedades del litio hacen de este elemento un eslabón fundamental en la producción de distintos artefactos y en la cadena productiva de estos. Esta condición ha traído aparejada la demanda del mismo elemento, la cual se ha ido acrecentando en estas dos últimas décadas.

La popularidad de este elemento sobrellevo a la exploración de este recurso y despertó el interés del inversor. Esta situación generó la oportunidad para arraigar empresas mineras con capitales extranjeros, lo que ha permitido un crecimiento económico y de infraestructura principalmente a nivel regional como nacional en países subdesarrollados y en vía de desarrollo.

Esta situación no ha sido distinta para Bolivia, Chile y el noroeste de Argentina, los cuales comparten la región geográfica del altiplano que aglomera la mayor cantidad y calidad de depósitos que contienen este recurso tanpreciado, con la ventaja de contar con óptimas condiciones en el tipo de explotación. Así estos tres países en conjunto constituyen el famoso “El triángulo del Litio”, el que concentra actualmente más del 60% de las reservas mundiales de litio, que a comparación de otros países como Australia, el 80% de este recurso está concentrado en salmueras, lo que agiliza y escatima gastos en el proceso productivo generando beneficios económicos.²⁸ Este escenario se detalla a continuación en la tabla 1, la que posiciona a los tres países mencionados en los primeros lugares. A su vez cabe destacar la envergadura que ha obtenido la República Popular de China en estos últimos años en donde las exploraciones llevadas a cabo en este territorio manifestaron la importancia de este país como potencial productor debido a las reservas de este elemento.

²⁸ Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local. “Informe Tecno-Productivo. Andrés Castello y Marcelo Kloster. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Agosto de 2015. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

Cuadro N° 6: Principales reservas de litio a nivel mundial (millones de toneladas de litio metálico)

País	Reservas
Bolivia	8,90
Chile	8,04
Argentina	7,09
China	5,15
Estados Unidos	1,67
Australia	1,52
Congo	1,15
Serbia	1,05
Rusia	1
Canadá	0,74
Brasil	0,1
Zimbabue	0,06
Austria	0,05
Portugal	0,01
Otros	0,2
TOTAL	36,73

Fuente: Informe COCHILCO año 2013 (Comisión Chilena del Cobre).

http://www.sernageomin.cl/pdf/urm/Mercado_Internacional_Potencial_del_Litio_en_salares_del_norte_de_chile.pdf

3.2 Producción Mundial de Litio

La producción mundial de Litio está concentrada principalmente en diferentes regiones, cada una de ellas extrae el material por distintos métodos según el tipo de yacimiento:

- En Sudamérica (salmueras de los salares de Atacama, Chile, y Hombre Muerto, Argentina);
- Australia, Brasil, Portugal (en pegmatitas de Greenbushes y Mt. Cattlin), y
- China (tanto de minerales como salares).

Por un lado, están los concentrados de minerales pegmatíticos, extraídos de rocas con métodos mineros convencionales en operaciones a rajo abierto, que en el año 2012 alcanzaron un 50% del total mundial de litio equivalente producido. Y la otra parte restante se obtiene desde las salmueras de salares a partir de la evaporación solar.

En el año 2012 la producción primaria de litio a nivel mundial alcanzo casi 180.000 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE), donde el 94% lo concentraba Australia, Chile, Argentina y China, respecto al año 2016 donde la producción mundial fue de 192.500 toneladas de LCE, con un crecimiento interanual del 11%, debido al aporte creciente de los salares de los principales países productores.

Durante los últimos años Chile lidero el ranking de los países productores de Litio, sin embargo, en el periodo 2012/2013, Australia paso a ser el mayor proveedor de este recurso mineral aumentando su participación de 20% a 38%, debido a la expansión de la mina Greenbushes, que se encentra ubicada en el suroeste de Australia, el cual duplico su capacidad instalada de 50.000 toneladas a 110.000 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE) contenido en concentrados de espodumeno. Actualmente, ambos países representan el 75% de la producción mundial de litio.²⁹

Casi la mitad de la producción de litio se obtiene a partir de salmueras extraídas de salares de Chile, Argentina, China y Estados Unidos, en el año 2012 entre los cuatro países sumaron 89.920 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE). Actualmente, Chile lidera el mercado contribuyendo el 67% de la producción mundial de compuestos primarios de Litio, seguido por Argentina con una participación del 18%, China con un 12% y por ultimo Estados Unidos con el 3%. Entre las compañías activas en el salar de Atacama se encuentran la Sociedad Química y Minera de Chile S.A (SQM) que mantiene una participación de la producción chilena del 42% y la empresa SCL (Rockwood) con el 25%.

La otra parte restante de la producción primaria de litio se extrae a partir de concentrados de minerales pegmatíticos, que en el año 2012 está asedio a 88.500 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE). Sin embargo, el mayor productor de concentrados de Litio es Australia, donde en el mismo año obtuvo 67.520 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE), representando un 76% del total mundial, siendo el principal destino de sus exportaciones China con un 87,3% de su producción total y en menor porcentaje la Unión Europea con el 7,6%. La otra parte restante de las exportaciones australianas son enviadas a

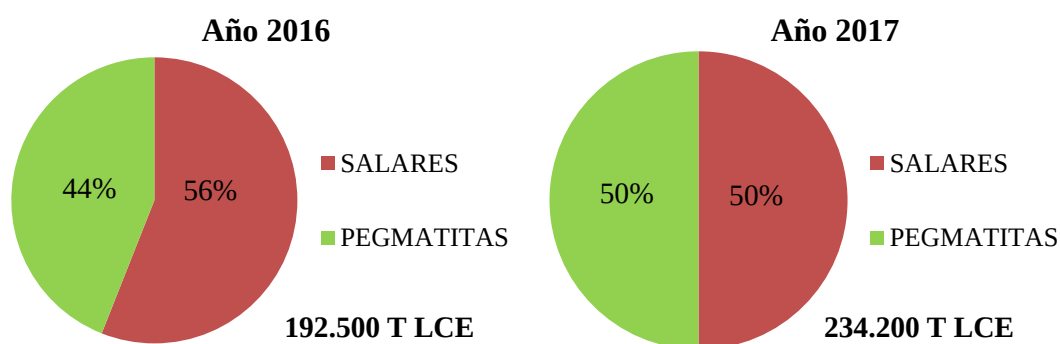
²⁹ Copelación de informes: “Mercado Internacional del Litio y Potencialidad en Salares del Norte”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. Chile, Santiago diciembre 2013. Disponible en: http://www.sernageomin.cl/pdf/urm/Mercado_Internacional_Potencial_del_Litio_en_salares_del_norte_de_chile.pdf

Estados Unidos y Japón con el 2,7% y 1,45% respectivamente. Casi el 90% de la producción australiana se extrae desde la mina Greenbushes de Talison Tianqi, y la parte restante en Mt. Cattlin de Galaxy Resources.³⁰

Otro país importante en el mercado es China con una producción estimada de 11.500 toneladas Carbonato Litio Equivalente (LCE) contenidas en concentrado de espodumeno y otras 300 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE) en concentrado de lepidolita, aportando el 6,8% de la producción global de litio y el 13,3% de la producción de concentrados de minerales de litio. Por otra parte, producciones inferiores se registran en Zimbabwe con una participación del 6,1% de LCE en concentrados, y por último Portugal y Brasil con el 2,8 y 1,4% repectivamente.

Sin embargo, en el año 2016 la producción mundial de litio alcanzo las 192.500 toneladas de LCE, de las cuales 108.000 toneladas de LCE pertenecieron por la extracción de este metal en forma de salmuera y las 84.500 toneladas de LCE restantes fueron obtenidas a partir de pegmatitas, amabas con una participación porcentual del 56% y el 44% respectivamente de la producción global. Así mismo, para el año 2017 se estimó un crecimiento de la producción global del 22% registrando 234.200 toneladas de LCE, debido a la mayor producción australiana de espodumeno estas cifras comenzaron a revertirse al mostrar una participación porcentual del 50% tanto para la producción a partir de salmueras como de concentrados de minerales pegmatíticos.³¹

Grafico N°2: Producción Mundial de litio Años 2016 y Año 2017



Fuente: Ministerio de Energía y Minería – Argentina.
<https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>

³⁰ Comisión Chilena del Cobre. “Mercado Internacional de Litio”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile.
<https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

³¹ Litio: una oportunidad. Ministerio de Energía y Minería, Argentina. Disponible en:
<https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>

3.2.1 El triángulo del litio

La realidad y perspectiva de estos tres países está condicionada principalmente por factores químicos-geológicos (concentración de litio, tasa litio/magnesio, tasa de evaporación), que generan diferencias y ventajas para la explotación de cada país en particular. Chile posee los mayores tenores de concentración de litio respecto a los otros dos del triángulo, dicha situación se debe a que el salar de Atacama (el salar más árido del mundo y con mayor exposición solar) presenta las mayores tasas de evaporación lo que beneficia dicha concentración. A pesar de esto este salar presenta un alto concentrado de magnesio respecto al litio, lo que deriva en un mayor costo de producción. Sin embargo, es uno de los que posee más altas concentraciones de potasio lo que incrementaría la rentabilidad de los proyectos dada la explotación como subproducto lo que contrarresta la condición anterior.

En cuanto a Bolivia los salares de Uyuni y Pastos Grande sobresalen y realzan su importancia debido a lo siguiente: el primero de estos constituye el mayor y más alto desierto de sal del mundo con una superficie de más de 10.582 km² y es considerado la mayor reserva de litio a nivel mundial (50-70%). En adición a esto se destaca los altos contenidos en boro y potasio que presenta enalteciendo la importancia económica de estos yacimientos. El contenido en magnesio en las salmueras de este salar no son despreciables y constituyen un impedimento técnico-productivo. A su vez, el salar de Pastos Grandes que tiene una extensión diez veces menor al primero presenta una considerable importancia debido a que duplica la concentración de este metal respecto al de Uyuni.

Por último, el noroeste argentino es quien concentra el mayor número de salares y donde se dispone la mayor cantidad de proyectos de exploración y explotación. Si bien estos salares tienen una mayor tasa de evaporación que la observada en Atacama, las concentraciones de magnesio son las más bajas registradas respecto al resto de los salares del triángulo. Este contexto, sumado a la fisiografía y condiciones de infraestructura del lugar, posiciona al norte argentino frente a los otros dos países.

A continuación, se describe de manera detallada la situación actual de esta actividad y su contexto económico-político:

3.2.1.1 CHILE

El sector económico más importante para la economía chilena es sin duda la minería. La industria minera en Chile se caracteriza principalmente por la explotación y comercialización de cobre, que a la fecha constituye el mayor yacimiento a nivel mundial (Mina

Chuquicamata), esta tradición minera le permitió a este país convertirse en uno de los primeros países sudamericano en descubrir el potencial de su reserva de litio y en llevar a cabo su explotación.

Así la explotación económica de este elemento estuvo por más de una década en manos de dos empresas privadas. Sin embargo, debido al interés que recobro el Litio por su acrecentada demanda llevó a plantear un nuevo escenario en el que se debatía sobre su explotación y comercialización.³² Al respecto se establecieron dos posturas: una planteaba que el rol de Chile como principal exportador de Litio estaba en disputa con otros países que presentaban ventajas de localización similares y con irrisorias trabas legales. La contraparte más desarrollista proponía y mantenía una visión a favor de las barreras legales para la explotación de este recurso, argumentada en lamentables experiencias pasadas por acuerdos llevados a cabo entre el estado y empresas privadas, lo que ocasionó condiciones deplorables para dicho país.

El principal inconveniente que se suscitaba era que Chile no había realizado las inversiones suficientes para alcanzar capacidades que le permitieron lograr una industrialización y una inserción virtuosa en la cadena de valor del Litio que le otorgara competitividad en los mercados.

A propósito de esto en el año 2013 se creó una comisión de Litio cuyo objetivo central era evaluar la situación de este elemento tanto a nivel nacional como internacional, así como la posibilidad de generar mayor agregado de valor para el Litio dentro de Chile. Esto permitió la evaluación de este elemento como un carácter estratégico y su significado para el desarrollo nacional y generar concesiones de manera regular y controlada.

Chile cuenta con 19 salares dentro de los cuales el Salar de Atacama con una superficie de 3.000 Km² corresponde al depósito más importante de litio a nivel mundial, por sus favorables condiciones ambientales y al poseer elevadas concentraciones de litio y potasio lo cual permite obtener una producción más rentable al considerarse como co-producto de la producción de potasio.

Como resultado de los estudios más recientes realizados por el Ministerio de Minería de Chile se calculan reservas de 6.300.000 millones de toneladas de litio para el área de operaciones de las empresas Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) y Albemarle que

³² Lagos, G.; “El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012”; Centro de Minería; Pontificia Universidad Católica de Chile; Agosto; 2012.

realizan explotaciones en el Salar de Atacama. La empresa minera SQM fue creada en el año 1968 como una sociedad minera mixta entre particulares y el estado chileno, sin embargo, en el año 1983 se procedió a su privatización. Actualmente esta compañía tiene una capacidad productiva de 48.000 toneladas de LCE con una proyección de expansión futura de alcanzar en los próximos años a las 100.000 toneladas de LCE. Por otro lado el Grupo Albemarle de capital estadounidense extrae salmueras de litio y potasio que posteriormente procesan en su planta química ubicada en la localidad de La Negra de la ciudad de Antofagasta y contiene una capacidad productiva de 50.000 toneladas de LCE.³³ En el año 2016 la compañía norteamericana firmó un acuerdo con CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) donde autoriza triplicar la cuota de litio a extraer en un plazo extendido hasta el año 2043, además este acuerdo obliga a la empresa Albemarle a que el 25% de la producción de litio se ofrecerá a precio preferente a aquellas para aquellas empresas dispuestas a agregar valor instalada en Chile. A su vez la compañía está proyectando la construcción de tres plantas más para una producción estimada de 125.000 toneladas de litio.

En segundo lugar, los salares de mayor importancia en Chile son el Salar de Maricunga y el Salar de Pedernales ambos con una superficie de 145 km² y 335km², con una reserva estimada de 540.000 y 375.000 toneladas de litio respectivamente. La Corporación Nacional del Cobre es titular de concesiones mineras que representan el 18% de la superficie en Maricunga con una capacidad productiva de 56.000 toneladas de LCE y 100% en Pedernales que posee una capacidad productiva estimada de 224.000 toneladas de LCE. A su vez en el Salar de Maricunga se puso en marcha el proyecto Salar Blanco que prevé producir para el año 2020 20.000 toneladas de carbonato de litio y 58.000 toneladas de cloruro de potasio.³⁴

La producción chilena de litio, que proviene exclusivamente de la región de Antofagasta ha ido incrementando en los últimos 10 años debidos principalmente a las inversiones realizadas por las empresas mineras tanto de capital nacional como extranjero. De acuerdo al servicio nacional de geología y minería en el año 2017 la producción total de litio registro 81.378 toneladas, mostrando un aumento del 34,5% respecto al año 2013 ya que la producción de litio fue de 60.646 toneladas.³⁵

³³ Mercado del litio y situación en Chile. Baldo Prokurina, Ministro de Minería. Mayo 2018. Disponible en: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=132775&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>

³⁴ Litio: una fuente de energía una oportunidad para Chile. Ministerio de Minería Chile. Disponible en: https://ciperchile.cl/pdfs/2015/06/sqm/INFORME_COMISION_LITIO_FINAL.pdf

³⁵ Anuario de la Minería de Chile Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. Año 2017. Disponible en: http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/06/Anuario_2017.pdf

Con respecto a los compuestos de litios, la producción de carbonato de litio sumo en el año 2017 73.563 toneladas experimentando un aumento del 3,9% respecto al año 2016. El cloruro de lito en ese mismo año, el cual se produce desde el año 1998, registro un incremento del 42,8% con un total de 2.535 toneladas producidas con relación al año 2016. Y por último el hidróxido de litio que proviene a partir de la elaboración de carbonato de litio y su producción en el año 2017 sumo 5.280 toneladas.³⁶

Cuadro N°7: Producción de litio en Chile – Año 2013 – 2017

Compuestos	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Años 2017
Carbonato de litio	52.358	55.074	50.418	70.831	73.563
Cloruro de litio	4.091	2.985	2.069	1.775	2.535
Hidróxido de Litio	4.197	4.194	3.888	5.576	5.280
Total	60.646	62.253	56.375	78.182	81.378

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/06/Anuario_2017.pdf

En cuanto a las exportaciones de este metal la mayor cantidad producida en Chile es enviada al exterior, por lo que en el año 2017 las exportaciones totales de litio sumaron u\$828 millones de dólares, experimentando un alza del 52% con respecto al año 2016 que fue de u\$589 millones de dólares. El 85% de estos envíos corresponden al carbonato de litio registrando un aumento del 49% ya que las exportaciones pasaron de u\$474 millones de dólares en 2016 a u\$708 millones de dólares en el año 2017, y el 15% restante a las exportaciones de los compuestos de litio lo conforman el cloruro e hidróxido de litio que en conjunto sumaron u\$120 millones de dólares.³⁷

3.2.1.2 BOLIVIA

El estado boliviano a partir de la llegada de Evo Morales modificó radicalmente la actitud frente a la explotación de sus recursos, lo que derivó en el actual modelo donde presenta un rol protagónico en la explotación y comercialización de sus vastos recursos naturales. Esta alternativa intenta generar la inserción de Bolivia en el mercado internacional como proveedor de materias primas con valor agregado (esto es lo opuesto al contexto económico-político histórico de Bolivia, en la cual se suministraba materias primas con escaso valor agregado). Este rol es la principal razón de porque Bolivia no aparece todavía en las

³⁶ Ídem

³⁷ Anuario de las exportaciones chilenas 2018. Exportaciones de mercancías sectores y mercados. ProChile. Disponible en: https://www.prochile.gob.cl/wpcontent/uploads/2018/08/anuario_servicios_capitulo1_bienes_2018.pdf

estadísticas sobre producción y exportación de concentrados de Litio (pese a que tiene las mayores reservas mundiales).

La sanción de la Constitución Nacional del Estado plurinacional de Bolivia en el año 2009 acentuó el proceso de controlar desde el estado la explotación e industrialización de los recursos a través de un régimen del manejo de los recursos naturales, al declararlo de “carácter estratégico y de interés público para el desarrollo del país” destacando la propiedad y dominio del pueblo boliviano.³⁸ Por lo tanto el estado nacional se encarga de todo lo relacionado a la exploración, explotación, industrialización, transporte y comercialización de los recursos naturales estratégicos, entre ellos los evaporíticos. Así el Estado es responsable de la fiscalización y control de toda la cadena productiva minera y las actividades que desarrollan los titulares de derechos mineros.³⁹

Bolivia es uno de los países que posee casi el 40% de las reservas de litio dentro del triángulo, ya que cuenta con El salar de Uyuni considerado uno de los depósitos más grandes y ricos en litio a nivel mundial, que además también contiene importantes yacimientos de potasio, boro y magnesio, está ubicado en el área de influencia de la cadena volcánica del altiplano sur y posee una superficie de 10.582 km². Se estima una reservas de 10 millones de toneladas de litio para ser explotadas durante 100 años, sin embargo a diferencia de los salares de Chile y Argentina los costos de extracción en este salar hacen que la producción de carbonato de litio resulte más elevado debido a que la separación de los minerales es mucho mayor, especialmente la mezcla con boro y magnesio que requieren gastos adicionales y el desarrollo de nuevas tecnologías de evaporación para la transformación del carbonato de litio y otros derivados.⁴⁰

Adicionalmente en el país vecino existen otros salares aprovechables en litio como es el Salar de Coipasa, que se sitúa en el departamento de Oruro y tiene una extensión aproximada de 3.300 km².

Como mencionamos anteriormente el gobierno de Evo Morales decidió eliminar el modelo de concesiones mineras e impulsó un plan nacional de industrialización del litio a cargo de

³⁸ Asamblea Constituyente de Bolivia. “Nueva Constitución Del Estado”. Octubre 2008. Disponible en: ba.georgetown.edu/Constitutions/Bolivia/constitucion2009.pdf

³⁹ Nacif, F.; "Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico"; La Revista del CCC; Ed. N° 14/15; Año 5; Enero/Agosto; Disponible en: <http://www.centrocultural.coop/revista/exportarpdf.php?id=322>. ISSN: 1851-3263; 2012. 44

⁴⁰ Proyecto nacional de explotación e industrialización de los recursos evaporíticos. Gerencia nacional de los recursos evaporíticos. Bolivia. [file:///C:/Users/paula/Downloads/seminario-sobre-la-utilizacion-del-litio-la-estrategia-boliviana-sobre-litio%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/paula/Downloads/seminario-sobre-la-utilizacion-del-litio-la-estrategia-boliviana-sobre-litio%20(1).pdf)

una empresa estatal llamada Yacimientos Bolivianos de Litio (YBL), la cual desarrolla los procesos de química básica de sus recursos evaporíticos con una participación 100% estatal para la producción y comercialización cloruro de litio, sulfato de litio, hidróxido de litio, carbonato de litio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, sales derivadas e intermedias y otros productos de la cadena evaporítica. Por otro lado, esta empresa está regulada por el Ministerio de Energía quien elabora las normas reglamentarias para las operaciones de prospección, exploración, explotación, instalación, implementación, puesta en marcha, administración, industrialización y comercialización de los recursos evaporíticos.

Entre las fases que contiene la estrategia nacional de industrialización de litio en Bolivia, de las cuales la primera fue concluida en su totalidad, ya que en el año 2013 se dio comienzo a la etapa de pilotaje, donde se inauguró la planta piloto de carbonato de litio que produce 300 toneladas de litio por mes destinada a la exportación y al centro de pilotaje de cátodos y baterías.⁴¹ Las plantas piloto de baterías de litio y de Materiales Catódicos fueron compradas bajo la modalidad llave en mano a la firma China Linyi Dake y a la empresa francesa ECM Green Tech, ambas plantas se encuentran en plena producción a cargo de profesionales bolivianos.

Con respecto a la segunda fase hace mención al desarrollo de una planta industrial para la producción de carbonato de litio que tiene previsto la elaboración de 15.000 toneladas anuales y su construcción está programada para mediados del año 2019. Sin embargo más allá de que el Gobierno de Bolivia pretende llevar adelante un plan totalmente estatal ha previsto acuerdos de cooperación con empresas extranjeras, tal es el caso que para llevar adelante la construcción de la planta industrial de carbonato de litio, en mayo de 2018 se firmó un acuerdo donde adjudican a la empresa China Maison Engineering la construcción de la planta industrial de carbonato de litio que se ubicara en el Salar de Uyuni por un monto de u\$96 millones de dólares.⁴² Esta fase tiene además proyectada la producción de 125.000 toneladas de hidróxido de litio.

Como objetivo final de este plan de industrialización Bolivia contempla una fase de agregado de valor donde propuso la producción industrial de materiales de electrodo, baterías de litio y otros insumos de litio avanzado, razón por la cual en esta etapa propone la

⁴¹Juliana Ströbele-Gregor, Litio en Bolivia. “Plan gubernamental de producción e industrialización de litio, año 2012”. Disponible en: https://cl.boell.org/sites/default/files/litio_en_bolivia.pdf

⁴² Firma China se adjudica edificación de la planta de carbonato de litio. Revista el Potosí. Mayo 2017 2018 https://elpotosi.net/nacional/20180517_firma-china-se-adjudica-edificacion-de-la-planta-de-carbonato-de-litio.html

participación de socios estratégicos para la transferencia y desarrollo de tecnología. Es así que recientemente la empresa estatal YLB ha firmado un contrato de constitución de una sociedad mixta con la compañía alemana ACI Systems por un monto de u\$1.200 millones de dólares para el desarrollo de un complejo de alta tecnología donde se fabricaran baterías de ion-litio, el mismo se ubicara en el Salar de Uyuni y el 51% de la participación de la sociedad le corresponde a Bolivia y el 49% restante a la empresa alemana. Esta alianza estrategia entre ambas empresas proyecta a fines del año 2021 exportar las baterías y otros derivados como hidróxido de litio principalmente al mercado europeo.

En cuanto a los registros de las exportaciones de litio, Bolivia ha avanzado con respecto a su meta de convertirse entre los mayores exportadores de este metal, por lo que a principio del año 2016 según datos de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) se concretó la primera venta a la empresa China Machinery Engineering Corporation de 10 toneladas de carbonato de litio por un precio de u\$7.000 dólares la tonelada. Luego a mediados de ese mismo año se realizó el segundo envío de 15 toneladas de carbonato de litio al mercado asiático a un precio superior de u\$9.200 dólares la tonelada, esta suba del precio en menos de 6 meses se debió fundamentalmente al incremento de la demanda de este metal que provoco un aumento del precio.⁴³

3.2.1.3 ARGENTINA

Si bien puede destacarse a Chile como el país pioneros en la explotación de litio dentro del triángulo, Argentina ya registraba desde mediado del siglo XX algunas explotaciones de reservas de espodumeno. Caracterizada esta época por ideas desarrollistas con fuerte presencia del Estado en la organización y desarrollo de las actividades industriales primarias, en especial en elementos estratégicos como el litio por sus propiedades en aplicaciones con fines nucleares. En ese momento la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM) como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) llevaron a cabo análisis y prospecciones sobre los salares del noroeste Argentino, así se detectaron como ser las reservas existentes en el Salar del Hombre Muerto.⁴⁴

Sin embargo, a lo largo de los años los cambios políticos y económicos, produjeron modificaciones en el conjunto de normas y reglas de la economía nacional, la visión y legislación sobre la administración y el control de la producción de los recursos naturales

⁴³ Corporacion Minera de Bolivia (COMIBOL). “Bolivia exporta segundo cupo de carbonato de litio a China”. Año 2016. Disponible en: <http://www.comibol.gob.bo/index.php/24-noticias-inicio/880-litio>

⁴⁴ Ídem

como el litio también sufrió transformaciones como la desregulación económica y reducción del intervencionismo estatal para atraer inversiones extranjeras como medio de solución a dichos problemas económicos y políticos.

En la década de 1990, se sanciona la Ley de Inversiones Mineras, la cual brinda a las empresas que desarrollan dichas actividades ciertos beneficios sobre todo impositivos, a fin de incentivar esta actividad ya que mostraba un retraso respecto de lo que ocurría en el resto de los países de la región. En la actualidad estas normas y sus posteriores modificaciones, aportan un interesante panorama de incentivos para aquellas firmas privadas que desarrollen actividades de extracción y explotación de minerales.⁴⁵

A continuación, se enumeran los puntos centrales de la Legislación Minera Argentina:

- Estabilidad Fiscal por 30 años: excepciones de tributos específicos como los destinados a la seguridad social y los relacionados a la valuación de bienes.

- Posibilidad de reducir pago por impuestos a las ganancias: prevé una reducción de 100% de los gastos incurridos en las etapas de exploración y prueba de factibilidad técnico/económico de los proyectos de explotación minera.

- Amortización acelerada de las inversiones en capital e infraestructura

- Exención del Impuesto del Sello: en la emisión de acciones y aportes de capital tendientes a capitalizar las empresas, como así también del impuesto a los activos

- Devolución de IVA en la adquisición de bienes y servicios tanto importados como nacionales que sean destinados a las tareas de exploración. Con respecto a la importación de bienes y/o repuestos necesarios para tales fines, estos pueden ser otorgados a tasa 0% en relación a derechos de importación y gravámenes.

- Regalías con tope máximo de 3% del valor boca de mina, el cual queda determinado al restar al precio de comercialización todos los costos en los que incurre la empresa en el procesamiento, producción, transporte y comercialización de los minerales.

A su vez, según el artículo 1 y 5 de la Ley de Inversiones Extranjera, toda empresa minera transnacional que explote los recursos naturales del país a través de inversión extranjera directa (IED), como también asociaciones resultantes de estos flujos de inversión internacional

⁴⁵ Sanchez Albavera, F. y Lardé J. “Minería y competitividad internacional en América Latina”. CEPAL. Recursos naturales e infraestructura. Santiago de Chile 2006. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6304/S0600325_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

cuentas con las mismas obligaciones y derechos que las de capital nacional y disponen de sus dividendos e inversiones libremente.

Este trato diferencial que Argentina le otorga a las empresas y alianzas trasnacionales, por incentivos fiscales y legales, se ha convertido en un país de mayor atracción para la explotación de litio. A diferencia del resto de los países de la región como ser Chile y Bolivia que han creado herramientas legales para declarar al litio como mineral estratégico y no concesionable.

Cuadro N°8: Comparativo sobre Normativas y Explotación en el triángulo del litio

País	Condición del litio	Explotado por	Marco legal direccionado a
Chile	Estratégico, no concesionable	Actores privados	Explotación por parte del Estado o en su beneficio.
Bolivia	Estratégico, no concesionable	Estado	Desarrollo endógeno de capacidades industriales y tecnológicas.
Argentina	No estratégico (salvo Jujuy), concesionable	Privados, escasa participación estatal	Exportación de commodities

Fuente: Informe COCHILCO – Año 2013.
http://www.sernageomin.cl/pdf/urm/Mercado_Internacional_Potencial_del_Litio_en_salares_del_norte_de_chile.pdf

Como puede observarse en el cuadro, la provincia de Jujuy es la única que ha intentado generar un tratamiento diferencial para la exploración y explotación del litio. A través del decreto 5762/2010, este mineral es declarado como recurso estratégico provincial y se determinó que cada proyecto de explotación de este recurso debe ser evaluado por un comité de expertos para el análisis integral de proyectos, bajo coordinación del Ministerio de Producción integrado a su vez por profesionales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, de la Universidad Nacional de Jujuy y miembros técnicos designados por la legislatura provincial, Secretaria de Gestión Ambiental y la Dirección Provincial de Minería.⁴⁶

⁴⁶ Litio: Negocio estratégico con comunidades afuera. San Salvador de Jujuy, 10 marzo de 2011. Disponible en: <https://noalamina.org/argentina/ujuy/item/6044-litio-negocio-estrategico-con-comunidades-afuera>

Por otra parte, este decreto creó la empresa estatal Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE), con grado de autonomía y gestión para desempeñarse en proyectos mineros y energéticos. Respecto al litio participa como accionista minoritario en los proyectos desarrollados entre la empresa australiana Orocobre y la empresa japonesa Toyota Tsusho, ambas localizadas en el Salar de Olaroz.

Frente a las favorables condiciones económicas que ofrece el marco normativo, en virtud de sus importantes beneficios para la explotación y exportación, sumado a la creciente demanda, y calidad de los salares de litio nacionales, posibilitó que surgieran numerosos proyectos principalmente por compañías de origen extranjero para la explotación de litio en los distintos salares argentinos. Ahora bien, es importante saber si todos estos factores estructurales que incentiva la llegada y permanencia de un sector minero liderado por empresas transnacionales, deja algún grado de beneficios o libertad a nivel local para desarrollar un esquema de agregado de valor para estos recursos que puedan aportar al crecimiento doméstico, a la creación de valor social y producción de nuevo conocimiento, ya sea para aquellas provincias que poseen reservas de litios como para el resto del país.

3.3 Los inicios de la producción de litio en Argentina

La ocurrencia de minerales de litio (principalmente espodumeno, entre otros) de interés económico en Argentina fue comprobada alrededor del año 1935, hecho que aconteció en la provincia de San Luis con motivo de la búsqueda y explotación de pegmatitas portadoras de berilo, asiduo acompañante de aquéllos. Desde su descubrimiento en San Luis el espodumeno se ha aprovechado tanto en explotaciones orientadas casi exclusivamente a litio, como también en forma de subproducto de la extracción de otros, principalmente berilo, feldespato y cuarzo.

La producción de minerales de litio se registra por primera vez en 1936. En el transcurso de 26 años que median desde que se inició la extracción de los minerales litíferos hasta el año 1960 inclusive, se exportaron un total de 518 toneladas con leyes de 5-6% Li_2O (óxido de litio). El destino casi exclusivo de estas exportaciones fue EEUU.

En 1966 comenzó la extracción económica del litio en salmueras en Nevada, EEUU; como requerimiento estratégico de la industria militar y aeroespacial. Al reducir los costos del proceso de extracción, gran parte de los depósitos minerales explotados tradicionalmente dejaron de ser competitivos y debieron cerrar, quedando activos aquellos de mayor

concentración. Hacia fines del siglo XX, con el aumento de la demanda de litio, la extracción de litio desde salares se expandió a Sudamérica, fundamentalmente a Chile y al norte de Argentina.⁴⁷

Durante la década de 1970 el promedio de producción de litio fue de 5.850 toneladas, cifra que paso a duplicarse en el periodo comprendido entre los años 2000 a 2005 y alcanzó un valor estimado de 13.500 toneladas promedio.

En 1991, FMC Lithium comienza a abastecer de carbonato de litio a Sony Electronics para la primera producción de baterías de litio-cobalto. Cuatro años después adquiere los derechos para la explotación de litio en el Salar del Hombre Muerto ubicado en el límite entre Salta y Catamarca, y en 1997 comienza a producir y exportar derivados de litio (Cloruro y Carbonato).⁴⁸

De esta manera numerosos proyectos de minería tradicional del litio (extracción de espodumeno) dejaron de operar, por no poder competir con las ventajas de propiedad y de localización de los recursos explotados de las salmueras en Chile y Argentina. El cuadro N° 6 muestra datos de la producción mundial por países, el tipo de yacimiento explotado y destaca principalmente a Australia y China para la explotación de fases sólidas minerales (Espodumeno) y a Chile y Argentina en la explotación de fase acuosa (litio en salmuera).

⁴⁷ Gaspar Tolón Estarellles. “Trasformaciones recientes en el perfil minero argentino”. Noviembre 2009. Disponible en: https://www.ungs.edu.ar/cm/uploaded_files/file/ecopol/3ra_jornada/Gaspar_Tolon_Estarellles_Transformaciones_recientes_en_el_perfil_minero_argentino.pdf

⁴⁸ Situación Actual de la Minería en la Argentina. “Evolución de la actividad minera Argentina”. Noviembre 2011, Disponible en: [http://www.fes.org.ar/Publicaciones/2011/Ap_N13-Mineria%20 Argentina-Estarellles.pdf](http://www.fes.org.ar/Publicaciones/2011/Ap_N13-Mineria%20Argentina-Estarellles.pdf)

Cuadro N°9: Participación porcentual en la producción global de litio según país y tipo de yacimiento, 2012

Origen del yacimiento	País	Participación producción total
Mineral	Subtotal	49,60%
Espodumeno	Varios	45,00%
	Australia	37,08%
	Brasil	0,70%
	China	6,40%
	Otros	0,82%
Lepidolita	Varios	1,60%
	China	0,20%
	Portugal	1,40%
Petalita	Zimbabue	3,00%
Salmueras	Subtotal	50,40%
Salares	Chile	36,80%
	Argentina	9,90%
	China	2,30%
	EEUU	1,40%

Fuente: Informe CIECTI (Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia Tecnología e Innovación). <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

3.3.1 Producción Argentina y del NOA

En cuanto a Argentina, durante casi 20 años el salar del Hombre Muerto fue el único salar en producir litio en nuestro país, con una capacidad instalada actual de 17.000 toneladas por año de Carbonato Litio Equivalente (LCE). No obstante entre el año 2012 en el Salar del Rincón ubicado en la provincia de Salta, la empresa Enirgi Group construyó en Marzo del año 2011 una planta piloto que produce pequeñas cantidades pero aún no ha pasado a la etapa de producción comercial.⁴⁹ Principalmente la producción de litio en Argentina se centra en la provincia de Salta, Jujuy y Catamarca, donde actualmente ya se están poniendo en marcha proyectos que se encuentran en etapa de exploración avanzada y próximamente a desarrollar la producción de este metal.

⁴⁹ Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local. “Informe Tecno-Productivo. Andrés Castello y Marcelo Kloster. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Agosto de 2015. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

En el año 2016 se dio inicio a la producción comercial en el proyecto de Olaroz provincia de Jujuy a manos de la empresa Sales de Jujuy quienes consolidaron un joint venture entre la compañía australiana Orocobre, la automotriz japonesa Toyota y la empresa pública provincial de Jujuy (JEMSE), la cual tiene una producción actual de 17.500 toneladas de LCE. Según información pública de los operadores, Orocobre operadora del salar de Olaroz ubicada en la Provincia de Jujuy, quien inicio su producción en Abril de 2015, planea para los próximos años duplicar su capacidad desde 17.500 toneladas actuales a 35.000/42.500 toneladas , aprovechando la infraestructura actual.⁵⁰

A finales del año 2017 y principios del años 2018, la capacidad total instalada en Argentina fue de 37.500 toneladas de LCE, esto fue producto al inicio de producción del proyecto Olaroz mencionado anteriormente y a la expansión de producción de 20.000 toneladas de LCE del proyecto Fénix ubicado en el Salar del Hombre Muerto en la Provincia de Catamarca a cargo de la empresa FMC.⁵¹

Por otro lado se proyecta que para el año 2022 la capacidad instalada de producción del país registre 331.000 toneladas de LCE con una participación porcentual por provincia del 38% destinada a la provincia de Salta, el 32% lo representará Jujuy y el 30% la provincia de Catamarca.⁵²

Al mismo tiempo, existen varios proyectos con diferente grado de avance que podrían estar operando en los próximos cinco años, entre estos se destacan:

- Lithium Americas junto con SQM y JEMSE, construyen en el Salar de Caucharí una planta de litiopotasio con una capacidad de 25.000 toneladas que estarían produciendo en el año 2019, además con una segunda etapa proyectada que sumaría 25.000 toneladas adicionales.

- Galaxy Resources proyecta construir en el Salar del Hombre Muerto una planta que estaría produciendo 25.000 toneladas en una primera fase hacia el año 2020.

- Eramet finalizó los estudios en los salares de Centenario y Ratones para la construcción de una planta de 20.000 toneladas.

- Enirgi Group (operadora de Salar del Rincón) posee una planta piloto de 1.200 toneladas, busca financiamiento para construir una planta con capacidad de 20.000 toneladas.

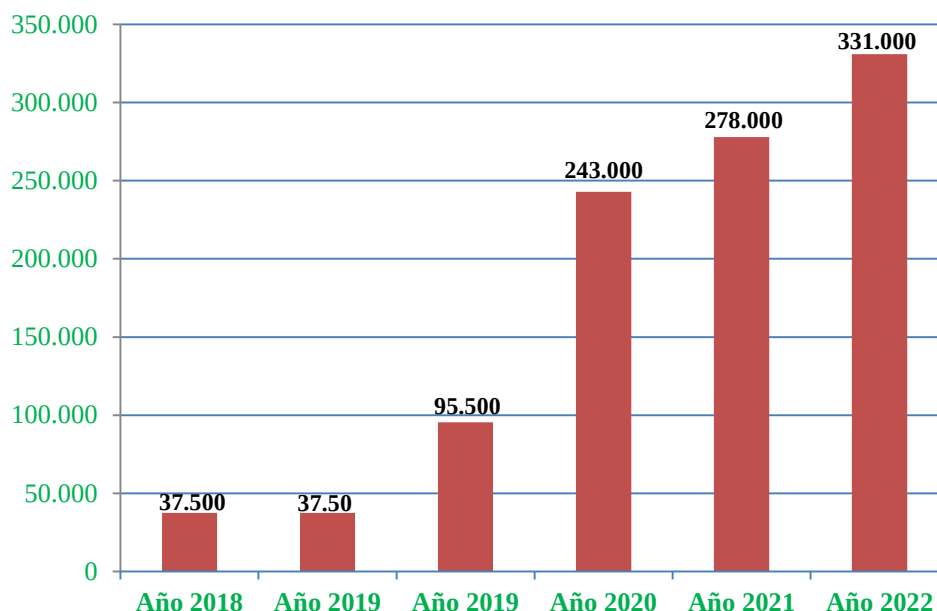
⁵⁰ Informes de Cadena de Valor. “Litio”. Ministerio de Hacienda de la Nación. Abril 2018. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Litio.pdf

⁵¹ Litio: una oportunidad. Ministerio de Energía y Minería, Argentina. Disponible en: <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>

⁵² Litio: una oportunidad. Ministerio de Energía y Minería, Argentina. Disponible en: <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>

-Lithium One a cargo del proyecto Sal de Vida en el Salar del Hombre Muerto en la provincia de Catamarca ha iniciado las etapas de prospección y exploración la cual estiman que dicho proyecto llegue a una producción de 25.000 toneladas de LCE.

Grafico N°3: Capacidad Instalada Proyectada en toneladas de LCE



Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Minero - Dirección Nacional de Promoción Minera.
<https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>

3.4 Empresas exploradoras y productoras

Para empezar a desarrollar este punto resulta necesario resaltar que el Noroeste Argentino (NOA), incluye uno de los vértices del triángulo del litio, el cual permite que hoy varias de las principales empresas transnacionales busquen instalarse en dicha zona para la explotación del litio.

A continuación, expondremos un cuadro en el cual se detallan los diferentes emprendimientos y su estado operativo en el Noroeste, este cuadro solo prevé un panorama de los proyectos de los que ya están en fase operativa y los que están finalizando sus etapas exploratorias para dar comienzo a la realización de las instalaciones productivas.

Cuadro N°10: Principales proyectos en yacimientos de litio en Argentina, 2014

PROYECTO	NOMBRE DEL SALAR	EMPRESA	METALES	PROVINCIA	ESTADO
Salar de Olaroz	Salar de Olaroz	Orocobre S.A., Toyota tsusho Jemse	Litio Potasio	Jujuy	Operación
Mina Fénix	Salar del Hombre Muerto	FMC Lithium Corporation	Litio	Catamarca	Operación
Salar del Rincón	Salar del Rincón	ENIRGI Group Corporation	Litio Potasio	Salta	Operación parcial / Planta piloto
Cauchari - Olaroz	Salar de Cauchari	Lithium Americas + JEMSE + SQM	Litio Potasio	Jujuy	Construcción
Pozuelos	Salar Pozuelos	POSCO + Lithea	Litio	Salta	Planta Piloto
Sal de Vida	Salar del Hombre Muerto	Galaxy Resources Limited	Litio Potasio	Catamarca	Factibilidad
Sal de los Angeles	Salar de Diablillos	Lithium-X Energy Corp.	Litio Potasio	Salta	Análisis Económico
Cauchari	Salar de Cauchari	Advantage Lithium + Orocobre Limited	Litio Potasio	Jujuy	Exp. Avanzada
Salar de Centenario	Salar de Ratones	Eramet	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Mariana I, II, III	Salar Llullaillaco	International Lithium JV, Ganfene Lithium Co. Ltd	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Centenario	Salar Centenario	Lithium Power International	Litio Potasio	Salta	Exp. Avanzada
Gallego Project	Salar del Hombre Muerto	Everlight Resource	Litio	Salta	Exp. Avanzada
Antofalla	Salar de Antofalla	Advantage + Albemarle + Bolland international	Litio Potasio	Catamarca	Exp. Avanzada
Guadalquivir	Salar Rio Grande	Cascadero Copper Corp.	Litio	Salta	Exploración
Stella Maris	Salinas Grandes	Advantage Lithium	Litio	Salta	Exploración
Salinas Grande	Salar de Salinas Grande	Orocobre	Litio Potasio	Salta	Exploración
Proyecto Arizaro	Salar de Arizaro	Pepin Nin Minerals Ltd.	Litio	Salta	Exploración
Salar de Arizaro	Salar de Arizaro	Grosso Group	Litio	Salta	Exploración
Salar de Arizaro2	Salar de Arizaro	Lithium X	Litio	Salta	Exploración
Mina Teresa	Salinas Grandes	Argosy Minerals Ltd. + Ekeko	Litio Potasio	Jujuy	Exploración inicial
Cangrejillos	Salinas Grandes	Orocobre Limited JV Toyota Tsusho Corp.	Litio Potasio	Jujuy	Exploración inicial
Pocitos	Salar de Pocitos	Lithium Americas Corp + SQM	Litio Potasio	Salta	Exploración inicial
Salar de Incahuasi	Salar de Incahuasi	Advantage Lithium	Litio Potasio	Salta	Exploración inicial
Arizaro	Salar de Arizaro	Lithium Americas Corp + SQM	Litio Potasio	Salta	Exploración inicial
San Jose	Salinas Grandes	DAJIN RESOURCES CORP / Delta Mutual inc.	Litio Potasio Boro	Jujuy	Prospección
Navidad	Salinas Grandes	DAJIN RESOURCES CORP / Delta Mutual inc.	Litio Potasio Boro	Jujuy	Prospección
Rio Grande	Salar Rio Grande	Lithium Exploration Group Inc.	Litio Potasio	Salta	Prospección
Salar de Pular	Salar de Pular	Pepin Nin Minerals Ltd.	Litio Potasio	Salta	Prospección
Pastos Grandes	Salar de Pastos Grande	Millennial Lithium	Litio Potasio	Salta	Prospección
Cauchari Sur	Salar de Cauchari	Alba Minerals Ltd.	Litio	Salta	Prospección
Cruz	Salar de Pocitos	Minera Pastos Grande S.A.	Litio	Salta	Prospección
Tolillar	Salar de Tolillar	Trendix Mining SRL	Litio Potasio	Salta	Prospección
Salar de Pocitos	Salar de Pocitos	Pure Energy Minerals Ltd.	Litio	Salta	Prospección
Tres Quebradas	Laguna Tres Quebrada	Neo Lithium Ltd. + POCML 3 Inc.	Litio Potasio	Catamarca	Prospección
La Mula	Laguna Mulas Muertas	Trans Pacific Minerals Corp.	Litio	La Rioja	Prospección
Rio Grande	Salar de Rio Grande	LSC Lithium Corp.	Litio Potasio	Salta	Prospección
Pastos Grandes	Salar de Pastos Grande	LSC Lithium Corp.	Litio Potasio	Salta	Prospección
Salinas Grande	Salar de Salinas Grande	LSC Lithium Corp. + Dajin Resources Corp.	Litio Potasio	Salta - Jujuy	Prospección
Jama	Salar de Jama	LSC Lithium Corp.	Litio Potasio	Jujuy	Prospección

Fuentes: Elaboración Propia con datos de Informe COCHILCO y Ministerio de Energía y Minería de Argentina.

En primer lugar, tenemos a la empresa norteamericana FMC, la cual en el año 1993 fue el primer operador trasnacional que se interesó en explotar las reservas de litio en salmuera de la Argentina, ubicadas precisamente en el Salar del Hombre Muerto provincia de Catamarca. En el año 1998 iniciaron con la producción y sus primeras exportaciones. Paralelamente, por esos años se produjo una crisis financiera en los países del sudeste asiático, que provocó una caída de la demanda de los commodities, entre ellos el litio.⁵³

A su vez la empresa decidió abrir una planta productora de cloruro de litio en la ciudad de General Güemes, dejando de lado la producción de carbonato de litio ya que le era imposible competir con las empresas chilenas, por los bajos costos. Actualmente con el avance tecnológico FMC amplió su producción de carbonato y cloruro y se convirtió en la tercera productora a nivel mundial.

South American Salars, empresa constituida por capitales argentinos, contiene aproximadamente 30.000 hectáreas de pedimentos sobre salares del NOA con alta potencialidad en recursos evaporíticos. Una vez realizada las prospecciones y determinación de reservas estimadas por los métodos tradicionales de cada uno de estos salares, dicha empresa inicia una ronda de selección de prospectos, ya sean compañías del sector o capitalistas independientes, interesados en desarrollar proyectos productivos conjuntos.

Orocobre también tuvo resultados positivos en sus actividades en los salares de Jujuy. Paralelamente, ha consolidado una alianza estratégica con la compañía automotriz Toyota Tsusho y sus propiedades mineras tienen una posición dominante en el "triángulo del litio" con más de 300.000 hectáreas, además del potencial exploratorio en Cangrejillos ubicado en Salinas Grandes y en Cauchari. Se trata de Olaroz, proyecto que exhibe un gran potencial de producción. Según información brindada por estas empresas, Orocobre comenzó su producción de carbonato de litio a fines de 2014, con el objetivo de alcanzar un volumen de 16.000 toneladas para finales del 2017.⁵⁴

En cuanto a, ADY Rincón Lithium, de capitales australianos, es la controladora de ADY Resources, que el año 2015 produjo 14 toneladas de litio en el Salar del Rincón, a 270 km al Noroeste de la capital salteña y a 25 km de la frontera con Chile, en un área de 350 km², y para los próximos tres años tiene como objetivo escalar la producción a 17.500 toneladas de carbonato de litio, en una primera etapa, luego, hidróxido de litio, cloruro de litio y litio

⁵³ "Litio, la paradoja de la abundancia". Reservas de Litio en Argentina. Proyectos, ubicación geográfica y principales empresas implicadas. Disponible en: <http://www.copenoa.com.ar/IMG/pdf/litio.pdf>

⁵⁴ Idem

metálico. Según Daniel Galli, Director Técnico de la minera, explica que, a 250 km, en Salar de Río Grande, se produce el sulfato de sodio necesario para la obtención de las sales de litio, aclarando que "Los residuos no vuelven a los salares, se colocan en zonas impermeables para evitar la alteración del medio y se estudia su reciclado en subproductos que pueden usarse en el agro". Por otro lado, Rodrigo Frías, representante legal, destaca la calidad de la relación con las comunidades cercanas, según él entusiasmadas con una explotación que tuvo un costo de US\$ 30 millones de dólares. La empresa ADY, en tanto, concluyó el estudio de la química del proceso, realizó ensayos en prototipo y en escala piloto, como así también la ingeniería conceptual, básica y de detalle de la primera etapa de producción a escala industrial, resolviendo el diseño, la construcción y el montaje de la planta para esta primera etapa, que entró en operaciones en el año 2012.⁵⁵ La exploración realizada muestra una salmuera con concentraciones de poca variación hasta los 300 metros de profundidad y en toda la extensión del salar que cuenta con 30.000 hectáreas. Es importante tener en cuenta que la concentración de litio en la salmuera arroja valores entre 400 y 600 mg/litro.

Por su parte, la empresa canadiense Rodinia Lithium, reveló el descubrimiento de litio y potasa de alto grado en su proyecto Salar de Diablillos, ubicada también en la provincia de Salta. Las perforaciones detectaron valores de 713 mg/litro de litio, cifras que podrían indicar un acuífero de tamaño considerable, capaz de convertirse en productor de litio, además de potasa y boro.

La empresa, también canadiense Lithium One, anunció un acuerdo para impulsar un emprendimiento conjunto con la minera estatal surcoreana Kores, que otorga a esta última la opción de un 30% en el proyecto, a cambio de un financiamiento de US\$15 millones de dólares, el objetivo de dicho acuerdo es comercializar derivados de litio a los mercados de China, Japón y Corea, mientras que Lithium One venderá los productos de potasa a nivel global.

Por su parte, la Minera Exar, subsidiario de Lithium Americas Corp realiza tareas de exploración avanzada en el Salar de Cauchari y Olaroz, en la provincia de Jujuy, y en el Salar de Incahuasi, Pocitos y Arizaro en Salta. La empresa posee más de 110.000 hectáreas con reservas estimadas en 4.900.000 toneladas de carbonato de litio y 7.700.000 toneladas de

⁵⁵ ABC del Litio. "El litio en Argentina". Disponible en: <http://programasocioambiental.blog.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/4/2016/04/abc-litio.pdf>

potasio, contando con inversores estratégicos como los fabricantes de baterías Magna Internacional Inc. y la automotriz Mitsubishi Corporation.⁵⁶

Finalmente, Bolera Minera, es un joint venture de los grupos franceses Bolloré y Eramet, líderes en los sectores minero e industrial, respectivamente. Bolera firmó con la argentina Minera Santa Rita, productora de boratos de las minas Patitos ubicada en Salar Centenario, en Salta y San Antonio (Salar Caucharí, en Jujuy), un convenio que les otorga la opción de adquirir las concesiones de los salares al cabo del periodo de estudios. Esta iniciativa fue declarada de interés público por el gobierno de la provincia de Salta, ya que propone la exploración, explotación e industrialización de recursos sobre siete minas del Salar Salinas Grandes, en el departamento La Poma. El decreto del ejecutivo además faculta a la estatal Recursos Energéticos y Mineros Salta (REMSA) a llamar a una licitación pública nacional para la exploración, explotación e industrialización de ese sector.⁵⁷

3.5 Principales impuestos que recaen en la actividad minera

El otro factor adicional que completa el modelo de Porter, es el poder que tiene el gobierno de un país en proporcionar el marco propicio para un entorno favorable a través de la implementación de leyes, normas y políticas que permitan a las empresas competir con ventajas en los mercados internacionales.

El sector minero en Argentina se encuentra regulado por el régimen general de tributación y por medio de la ley 24.196 de inversión minera sancionada en el año 1993, la cual contiene los principales puntos legales para dar sustento a una política fiscal que beneficiara y permitiera aumentar el crecimiento de la minería en nuestro país.

Los principales tributos que gravan a la actividad minera son:

3.5.1 Impuesto a las Ganancias

Este impuesto grava los rendimientos, rentas o enriquecimientos producidos por una fuente permanente de las personas físicas y jurídicas durante un periodo fiscal.

En el sector minero se encuentra regulado en el artículo 12 de la ley 24.196, el cual establece: *“Los sujetos acogidos al presente régimen de inversiones podrán deducir en el*

⁵⁶ <http://www.ellibertario.com/2014/11/05/litio-destacan-el-arribo-de-la-planta-piloto-de-la-minera-exar/>

⁵⁷ Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local. “Informe Tecno-Productivo. Andrés Castello y Marcelo Kloster. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Agosto de 2015. <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

balance impositivo del impuesto a las ganancias, el ciento por ciento (100%) de los montos invertidos en gastos de prospección exploración, estudios especiales, ensayos mineralúrgicos, metalúrgicos, de planta piloto, de investigación aplicada, y demás trabajos destinados a determinar la factibilidad técnico-económico de los mismos. Las deducciones referidas en el presente artículo podrán efectuarse sin perjuicio del tratamiento que, como gasto o inversión amortizable, les corresponda de acuerdo con la ley de impuesto a las ganancias”⁵⁸

Este artículo otorga el beneficio a los inversores mineros de deducir el 100% de los montos invertidos durante los estudios de factibilidad del proyecto, o bien realizar una amortización de las obras y equipos mineros efectuados en la construcción del yacimiento durante los primeros años del proyecto. Es decir que el beneficiario, ya sea a través de su personal o contratistas podrá deducir en la liquidación del impuesto a la ganancia los gastos asociados a las actividades de prospección, exploración y estudios técnicos-económicos, reduciendo así el monto a pagar del impuesto a las ganancias.

3.5.2 Impuesto al Valor Agregado

El impuesto al Valor Agregado es una carga fiscal que se cobra sobre la adquisición de productos y servicios como una forma recaudatoria por parte del Estado sobre el consumidor final.

En relación a la actividad minera, este impuesto se encuentra legislado en el artículo 8 de la ley 24.429, modificatoria de la ley de Inversión Minera:

“Las importaciones y adquisiciones de bienes y servicios que determine la Autoridad de Aplicación a través de la reglamentación de esta ley y que efectúen las empresas que realicen tareas de exploración minera, gozaran del beneficio indicado en el segundo párrafo de este artículo, en la medida que se cumplan las siguientes condiciones:

- 1. Las tareas de exploración minera sean efectuadas por sujetos inscriptos en el régimen de la presente ley.*

- 2. Las importaciones y adquisiciones de bienes y servicios tengan por destino realizar actividades mineras consistentes en prospección, exploración, ensayos mineralúrgicos e investigación aplicada. Los créditos fiscales originados en las operaciones citadas en el párrafo precedente, que luego de transcurridos doce (12) períodos fiscales contados a partir*

⁵⁸ Art 12, Ley de Inversión Minera 24.196. Disponible en:
<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/594/texact.htm>

de aquel en que resultó procedente su cómputo, conformaren el saldo a favor de los responsables a que se refiere el primer párrafo del artículo 24 de la ley de impuesto al Valor Agregado, les serán devueltos de acuerdo al procedimiento, forma y condiciones que establezca el Poder Ejecutivo Nacional. La devolución prevista en este artículo no podrá realizarse cuando los referidos créditos fiscales hayan sido financiados mediante el régimen establecido por la Ley N° 24.402, ni podrá solicitarse el acogimiento a este último cuando se haya solicitado la citada devolución. Lo dispuesto por el presente artículo será de aplicación sin perjuicio de otros beneficios que pudieran corresponder, salvo lo dispuesto en el párrafo precedente”⁵⁹

En el último párrafo del mencionado artículo, hace referencia a la ley 24.402, la cual establece el régimen de financiamiento para el pago del impuesto al valor agregado, mediante la creación de dos sistemas que permiten disminuir el pago que ocasiona la aplicación de dicho impuesto y por lo tanto el beneficiario es quien escoge el sistema a utilizar.

El primer sistema llamado Régimen de Financiamiento del Impuesto al Valor Agregado, se instituye tanto para las operaciones de compras o importación definitiva de bienes de capital, como para las inversiones que se realicen obras civiles y de construcciones de infraestructura necesaria para la actividad minera, siempre y cuando los mismos sean destinados en los procesos productivos orientados hacia la venta en el mercado externo. En este régimen el sujeto al adquirir el bien de capital o realice la obra deberá abonar el monto del IVA que correspondiere, con la ventaja que después de esto el beneficiario podrá otorgar un crédito ante un banco o entidad financiera adherida al régimen por el monto de la operación realizada y cuyo interés de financiación corren por cuenta del Estado. El principal objetivo de este sistema es que a través de la reducción de la carga financiera por la compra o importación de los bienes de capital favorezcan el perfil exportador del país.

El segundo sistema al cual la ley lo define como Régimen de devolución anticipada del IVA, es aplicable a nuevos proyectos mineros, es decir a aquellos que no se encuentren en las etapas de extracción o producción. El régimen consiste en un reintegro directo, donde el IVA pagado por parte del inverso para la adquisición de un bien de capital o la realización de una obra de infraestructura será devuelto por el fisco, sin intervención de entidades financieras, en forma anticipada o al momento de su compensación con débitos fiscales provenientes de ventas en el mercado interno o externo.

⁵⁹ Instituyese Régimen de Financiamiento para el pago del Impuesto al Valor Agregado <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/16098/norma.htm>

3.5.3 Impuesto a los débitos y créditos bancarios

Este tributo conocido como impuesto al cheque, grava a los créditos y débitos en una cuenta bancaria por operaciones realizadas por medio de instrumentos bancarios como cheques o transferencias con una tasa o alícuota del 0,6%.

Por medio del decreto 613/2001 que impone la exención de este impuesto a todas las cunetas abiertas a nombre de los sujetos comprendidos en el Régimen de Inversiones para la actividad minera, solamente cuando dichas cuentas sean utilizadas para registrar crédito y débito de aquellas operaciones que provengan de proyectos o empresas mineras incorporadas al Régimen de Estabilidad Fiscal de la ley 24.129.⁶⁰

3.5.4 Derecho de Importación

El artículo 21 de la Ley de Inversión Minera establece que todo los sujetos inscriptos en el Registro de Inversión Minera, sean titulares de emprendimientos nuevos o ya existentes, prestadores de servicios a inversores mineros u organizamos oficiales que desarrollen actividades vinculadas a la minería, quedaran exentos del pago de derecho a la importación, impuesto especial, gravamen correlativo o tasa de estadística, por la introducción de bienes de capital, equipos especiales o parte o elementos componente de dichos bienes y de los insumos determinados por la autoridad de aplicación que fueren necesarios para la ejecución de dicha actividad. A su vez, esta exención se extiende a los repuestos y accesorios necesarios para garantizar la puesta en marcha y desenvolvimiento de la actividad.⁶¹ Además la exención de este tributo se otorga exclusivamente a todo aquellos vehículos relacionados directamente a los proyectos mineros, no así a los automóviles utilizados en las áreas de gerencia, administración, comercialización, etc.

Por último, el derecho de importación está sujeto a las siguientes restricciones hasta la conclusión del ciclo del desempeño que motivo su importación o de la vida útil del bien:

- la transferencia de los bienes importados a terceros
- desafectarlos de las actividades para los cuales fueron adquiridos
- la reexportación

⁶⁰ Impuesto sobre los Créditos y Débitos: nuevo registro para gozar de exenciones y alícuotas reducidas. Disponible en: <https://www.marval.com/publicacion/impuesto-sobre-los-creditos-y-debitos-nuevo-registro-para-gozar-de-exenciones-y-alicuotas-reducidas-12831>

⁶¹ <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/594/norma.htm>

Al no cumplirse con estas prohibiciones o restricciones se deberá pagar los tributos correspondientes a su importación.

3.5.5 Derecho de exportación

Mediante la facultad del poder ejecutivo de gravar, desgravar y modificar los derechos de exportación, el gobierno nacional creó nuevos derechos de exportación. Con respecto al rubro minero desde el 4 de marzo del año 2002, el ex Ministro de Economía e Infraestructura dictó la Resolución 11/2002, donde las exportaciones de minerales debían cumplir el pago de retenciones de entre 5% y 10% para los productos del sector con destino al exterior. Frente a ese esquema tributario, el Decreto 349 del Poder Ejecutivo explica que los mencionados derechos de exportación han generado un efecto negativo sobre la industria minera argentina, ya que afectó la competitividad de las pequeñas y medianas empresas mineras, la posición de la Argentina en relación a las demás regiones con actividad minera y que la aplicación de estos tributos inciden sobre los márgenes de utilidad al generar un mayor costo operativo que hacen caer la cantidad de reservas de los diferentes yacimientos.⁶²

Sin embargo, el 18 de diciembre del año 2015 el Gobierno Nacional por medio del Decreto N°160/2015 decretó la eliminación de retenciones a la exportación de productos mineros comprendidos en las posiciones arancelarias de los Capítulos 28 a 40, 54 a 76 y 78 a 96 de la Nomenclatura Común del Mercosur (NCM), fijando una alícuota del cero por ciento (0%) del derecho de exportación.

Además, es importante resaltar que, si bien hubo una quita de retenciones a la exportación minera, le día 3 de septiembre del 2018 se publicó en el Boletín Oficial el Decreto N°793/2018 mediante el cual se fija, hasta el 31 de diciembre del año 2020 un derecho de exportación del doce por ciento 12% a la exportación para consumo de todas las mercaderías comprendidas en las posiciones arancelarias de la Nomenclatura Común del Mercosur (NCM). A su vez este derecho de exportación no podrá exceder los cuatro pesos (\$4) por cada dólar estadounidense del valor imponible o del precio oficial FOB.⁶³

3.5.6 LEY N° 6712 – Salta

El 19 de Agosto de 1993 la provincia de Salta, el Senado y la Cámara de Diputados sancionan la Ley N° 6712, la cual por medio del artículo 1 y 2 adhiere a la provincia y a sus

⁶² Decreto 349/2016. Derechos de Exportación. Alícuotas. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/258595/norma.htm>

⁶³ Cámara Argentina de Comercio y servicio. Decreto N° 793/2018 Derecho de Exportación, modificación. Disponible en: http://www.cac.com.ar/data/documentos/17_Decreto%20793-18.pdf

municipios a la Leyes N° 24.196 de Inversiones Mineras y N° 24.224 de Reordenamiento Minero.⁶⁴

3.5.7 Regalías

Resulta necesario explicar en primer lugar acerca de la naturaleza jurídica de las regalías mineras, al tener en cuenta que muchas controversias se han generado en torno a ello, ya que parte de la doctrina sostenía que las regalías mineras eran compensaciones pagadas al Estado por el agotamiento de los yacimientos mineros de su propiedad, como en el caso del impuesto a la ganancia, que trata de una compensación por vivir en sociedad.⁶⁵ Para este argumento o posición cualquier monto que se exija por la extracción de minerales calificaría a las regalías como un impuesto.

Por otra parte el Dr. Miguel Novoa sostiene que *“las regalías mineras no son consideradas impuestos, ya que no posee los caracteres de estos, y son un porcentaje de lo que se extrae en boca de mina razón por la cual, si no extrae minerales no paga regalías, es decir, no es una compensación fija.”*⁶⁶ Por los que esta no considera a las regalías un impuesto, ya que las provincias adheridas al régimen de la ley y las cuales pueden decidir imponer o no, no comprende para este autor el principio de la igualdad fiscal o exigencia impositiva en todo el territorio del país.

Las regalías mineras se encuentran reguladas en el artículo 22 de la ley 24.196, el cual establece que las provincias tienen la facultad de cobrar a las empresas mineras un canon por regalías, fijándose en un 3% sobre el valor boca de mina. Es decir que cada provincia puede tener su propio régimen de regalías mineras, pero lo que funda esta ley es un tope al monto máximo a cobrar a los inversores, para evitar una carga superior al límite establecido.⁶⁷

Por otro lado, el artículo antes mencionado define el concepto valor boca de mina, al mineral extraído, transportado y acumulado, antes de cualquier proceso de transformación, por lo que para el cálculo en concepto de regalías se fija al deducir del porcentaje a pagar los siguientes costos de transporte, flete y seguro al puerto de destino; de fundición y refinación y

⁶⁴ LEY N° 6712. <http://digesto.diputadosalta.gob.ar/leyes/6712.pdf>

⁶⁵ Isola, Ana Graciela y Palavecino, Federico (1997) “Las Regalías Mineras”. Buenos Aires. Editorial Universidad de Buenos Aires.

⁶⁶ Novoa, Miguel Ernesto y Novoa, María Gabriela (2000), “Manual de Derecho Minero”. Buenos Aires. Abeledo Perrot. Disponible en: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/11671/Salas%20Sanchez%2C%20Mar%C3%ADa%20Victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁶⁷ María Gabriela Peralta, Andrea Paula Abella y Juan Francisco Albarenque “Tratamiento impositivo y jurídico de las regalías en la Argentina”. Disponible en: <http://biblioteca.iapg.org.ar/ArchivosAdjuntos/Petrotecnica/2005-4/Tratamiento.pdf>

todo proceso de tratamiento que posibilite la venta del producto final; de comercialización hasta la venta del producto logrado, las comisiones y por último la ganancia de cada uno de los actores que forman parte del proceso. Finalmente, al restar estos costos se obtendrá el valor real a cobrar por las provincias.

En este sentido se considera que las regalías mineras no deberían tratarse como un impuesto, por no cumplir con los caracteres generales que hacen a los tributos, lo cual permitiría llevar adelante proyectos que propongan un aumento del porcentaje sobre el valor boca de mina o implementar un porcentaje variable de las regalías según el mineral extraído, de esta manera poder equilibrar las ganancias tanto para el Estado como para las empresas mineras.

3.6 Conclusión parcial:

A modo de conclusión del capítulo 4 y en base a la información recopilada, podemos destacar que el Noroeste de Argentina junto a la región vecina en los países de Chile y Bolivia contienen las principales reservas mundiales de litio, lo cual se estima que en conjunto estos tres países registran cerca del 80% de las reservas globales contenidas en salmueras subterráneas.

Si bien las ventajas de localización y los factores químicos-geológicos que estas reservas presentan para la Argentina y sus países vecinos representan un claro beneficio para su explotación. Sin embargo, son importantes las políticas y las regulaciones que cada Estado plantee y ponga en marcha para poder aprovechar estas ventajas de la mejor manera posible, respecto al desarrollo económico y social que esta actividad puede generar, para así evitar convertirse dentro de la economía mundial como un simple extractor-exportador.

En este sentido, el país chileno más allá que en la década del 70 declara como estratégico al litio por sus potenciales usos en la industria, su explotación y su producción está dominada por dos empresas que representan casi la mitad de la producción mundial y de esta manera convierte a Chile en el primer exportador de litio a nivel mundial. Por su parte el Estado boliviano ha nacionalizado los recursos de sus salares y declaro al litio como estratégico, mediante el desarrollo de un plan de industrialización local y fabricación de baterías ion-litio. A su vez, Argentina actualmente representa el 8% de las reservas mundiales de litio y cuenta

con diversos proyectos en desarrollo para su producción, lo cual le permitiría en un futuro inmediato aumentar la producción nacional y las exportaciones.

En efecto la legislación argentina posee un tratamiento particular sobre el litio, ya que su explotación esta legislada por las mismas regulaciones que el resto de los minerales y además la Ley de Inversiones Mineras otorga importantes beneficios a las empresas mineras. Los principales factores que hacen que el país se convierta en un destino elegido por las compañías es el régimen impositivo peculiar que recae sobre la actividad y la exigencia del pago de regalías menores al 3%.

Capítulo 4: Tendencia de las exportaciones de litio

4.1 Mercado Externo del Producto

Para analizar el panorama internacional del litio, los datos e información que se van a presentar a continuación han sido obtenidos de diversos centros de investigación e instituciones.

En la industria minera y desde el punto de vista de la característica competitiva del mercado y teniendo en cuenta el análisis de Paul Kruman, esta industria se asemeja al tipo de competencia perfecta porque vende productos homogéneos son varios los comercializadores o traders mundiales y además los precios de los metales se fijan en mercados de referencia (Londres, Nueva York, Canadá, Shanghái), por lo que la competitividad se vincula a la capacidad que poseen las empresas para manejar los costos de operación.⁶⁸ A diferencia de otros metales que operan en bolsa, el mercado del litio es prácticamente un mercado joven en el que participan pocos actores, por lo que aún no cuenta con una cotización internacional de referencia si no que es transado directamente mediante contratos entre clientes y proveedores, a su vez estos acuerdos entre compañías incluyen asociaciones para el acceso a concesiones mineras así como contratos de abastecimiento de mineral de largo plazo y ventas anticipadas.

Por otra parte, el litio se comercializa en diversas formas con diferente grado de contenido, de los cuales en los compuestos básicos y de mayor importancia encontramos el carbonato, cloruro e hidróxidos de litio, como también el concentrado de espodumeno clase vidrio y óxidos entre otros. Sin embargo, la forma más difundida de comercialización es el carbonato de litio, siendo la participación de este commodity superior al 50% en el mercado mundial. Por lo general las estadísticas de comercio internacional están expresadas en “Litio Carbonato Equivalente” (LCE).

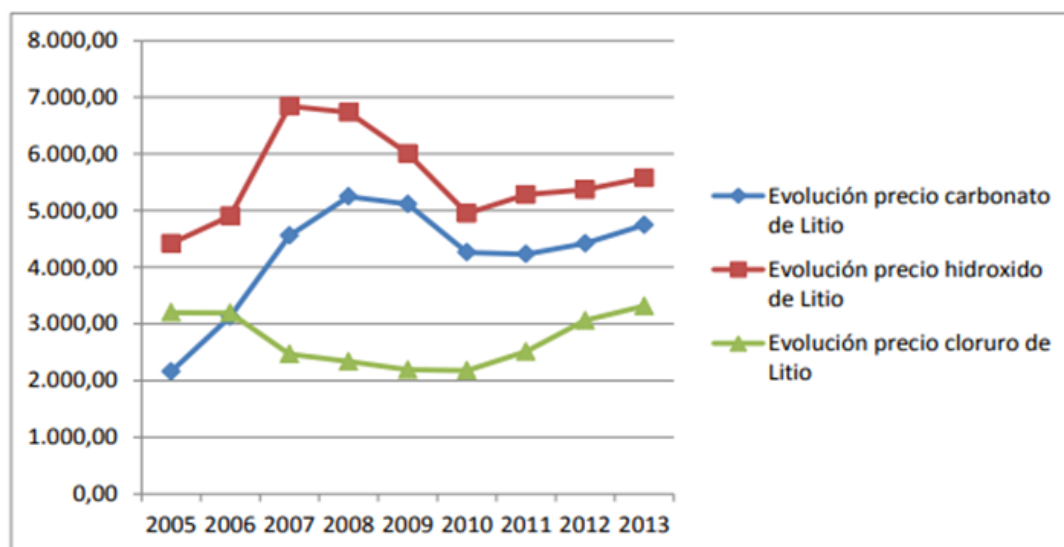
Las diferentes formas de explotación del litio de acuerdo a la naturaleza de las reservas explotadas y las diferentes aplicaciones finales que se le aplique a este producto explican el comportamiento diferente que tiene en el mercado a diferencia de otros commodity, en particular el cálculo de producción total, exportaciones, importaciones y precio. Sobre todo, los precios se referencian en base a los contratos de compra/venta y los que surgen de la exportación e importación. Por ejemplo, por ser Chile el principal exportador de litio junto a

⁶⁸ “La contribución de Paul Krugman a la disciplina económica y su impacto en el quehacer global”. <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2014/02/24/contribucion-paul-krugman-disciplina-economica/>

Australia, en los últimos años se consideró estos datos para obtener una aproximación del precio de este producto.

En los últimos dos años los precios del litio han aumentado considerablemente. A comienzo del año 2016 el precio promedio fue de 7.475 dólares la tonelada de LCE, alcanzando en la segunda parte del año a los 9.000 dólares la tonelada. Este incremento del precio se debió al aumento de la demanda, la cual en el año 2016 se estimó en 201.000 toneladas de Carbonato Litio Equivalente (LCE) impulsada por el potenciado incremento del mercado de baterías de ion-litio y por otro lado desde el auge de la electrónica hacia otros sectores como el de herramientas eléctricas, automóviles y el almacenamiento de energía.⁶⁹

Figura N°7: Evolución del precio internacional de carbonato, hidróxido y cloruro de litio, periodo 2005 a 2013 (Dolares/Toneladas).



Fuente: Informe COCHILCO (Comisión Chilena del Cobre). Año 2013. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

Además, como se puede observar en el gráfico si bien en la última década el precio del carbonato mostró una tendencia alcista con respecto a otros derivados primarios del litio como el hidróxido y cloruro, que si bien para el año 2013 ambos mostraron un precio superior respecto al periodo 2007-2010 con bajas en el orden del 27% y el 11% respectivamente, producto del impacto y efectos de la crisis financiera del Wall Street, provocando una menor disponibilidad del espodumeno australiano y problemas sindicales en el puerto chileno de

⁶⁹ Situación actual y perspectivas. “Mercado de Litio”. Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. Dirección Nacional de Promoción Minera Subsecretaría. Marzo 2017. <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>

Antofagasta, el cual es punto de embarque del carbonato de los salares. Sin embargo en Argentina, la producción del Salar de Olaroz en ese mismo periodo represento el 6% de la oferta mundial que contribuyo a equilibrar el mercado.⁷⁰

Luego de la crisis, entre el periodo 2011 y 2014 el incremento del precio llevo a una expansión de la oferta, por un lado, Australia doblo su capacidad de producción, hubo expansiones en los salares de Chile y Argentina y aumento la capacidad de conversión de concentrados en la República Popular de China para el procesamiento del espodumeno australiano. Finalmente, con el estancamiento de la economía, estas expansiones llevaron a una sobreoferta que mantuvo relativamente estables los precios hasta mediados del año 2015.

4.2 Importaciones Mundiales

El siguiente cuadro y dato que se van a presentar para analizar las importaciones mundiales de litio son datos extraídos de un documento realizado por el Centro de Investigación de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Cuadro N°11: Principales Importadores de Compuestos de litio. Comparación porcentual 2002 – 2012

IMPORTADORES	AÑO 2002	AÑO 2012
Europa	26%	24%
China	26%	35%
Japón	20%	11%
Norte América	18%	9%
Corea del Sur	2%	10%
Rusia	1%	1%
India	1%	2%

Fuente: Elaboración propia a base de datos del Centro de Investigación de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

⁷⁰ Comisión Chilena del Cobre. “Mercado Internacional de Litio”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

En correlación a lo mencionado, durante los últimos 10 años la demanda de litio ha aumentado de manera considerable. Mientras que en el año 2002 el consumo alcanzó apenas las 70.000 toneladas de LCE, en el año 2012 tuvo un crecimiento alrededor de 150.000 toneladas de LCE, esto corresponde a la utilización de casi el 50% de la capacidad de producción de litio instalada a nivel mundial.⁷¹ Asia es actualmente el continente que presenta la mayor demanda de este producto, absorbiendo más de la mitad de los flujos globales totales. Dentro de este continen, cabe destacar el consumo de litio por parte del país chino que ha triplicado en los últimos 10 años, con un volumen desde cerca de 18.000 toneladas de LCE en el año 2002 a más de 50.000 toneladas de LCE en el año 2012, con un aumento de su participación mundial del 26% al 35% durante los periodos mencionados.

Asimismo, Corea del Sur también aumentó su consumo debido al rápido crecimiento de su industria de baterías recargables, con una participación porcentual en el año 2012 del 10%. Por otra parte como podemos observar en el gráfico que en el año 2012, respecto a la participación porcentual en la demanda hubo cinco principales países o regiones consumidores de litio, que son como ya mencionamos China en primer lugar con el 35% del consumo total, seguido por Europa con el 24%, Japón 11%, Corea del Sur 10% y Norteamérica es decir Estados Unidos y Canadá que ambos representan el 9%.⁷²

Al mismo tiempo la competencia de la República Popular de China y Corea del Sur ha afectado la industria de Japón cuyo consumo disminuyó su participación porcentual pasando de 20% en el año 2002 a 11% en el año 2012.⁷³

4.2.1 Importaciones por compuestos de litio

Como muestra el siguiente cuadro respecto a las importaciones de derivados de Litio, en este caso de carbonato y óxidos/hidróxidos de litio en el año 2015, puede considerarse el peso de los países industrializados ya que Corea del Sur, Estados Unidos, Japón, la República Popular de China y Bélgica concentraban el 72,5% de los volúmenes importados. Si bien puede observarse que en cuanto a los derivados del litio la República Popular de China se encuentra en el cuarto lugar, debe tenerse en cuenta que además de contar con producción propia importa los concentrados minerales australianos, los cuales se transforman localmente en C_2 carbonato u otros derivados. Por otra parte Estados Unidos también pero en menor

⁷¹ Comisión Chilena del Cobre. “Mercado Internacional de Litio”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

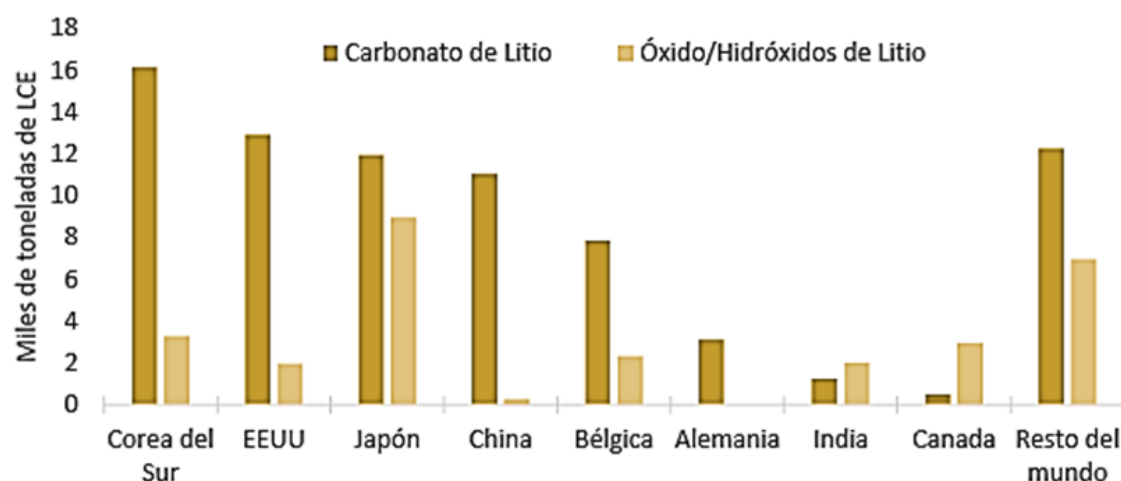
⁷² Ídem

⁷³ Ídem

medida se abastece localmente, sin embargo Corea del Sur, Japón y Bélgica dependen 100% de las importaciones.⁷⁴ Estos países a los fines de asegurar este abastecimiento, muchas empresas tecnológicas de estos países participan activamente en la etapa de extracción del mineral.

A su vez en estos destinos, el litio se somete a diversos procesos de agregado de valor, por ejemplo el principal destino de este producto era la industria del vidrio y la cerámica con una concentración estimada del 35% en el año 2012 y seguida por la industria de la batería con un 29%, esta última como pudimos ver a lo largo de la investigación mantuvo un crecimiento constante en su participación relativa y como prevén analistas internacionales esta pasara a liderar y potenciar la demanda mundial del litio.

Figura N°8: Importadores de derivados de litio 2015 (en miles de toneladas de LCE)



Fuente: Ministerio de Energía y Minería, Argentina.
<https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>

4.2.2 Importaciones de compuestos de litio en Argentina

Con respecto a las importaciones argentinas del total de los compuestos o derivados de litio importados, es decir el hidróxido, carbonato y cloruro de litio, el hidróxido ha mostrado ser la sal relativamente más comprada y que responden a la demanda de las petroleras y de la industria de los lubricantes y grasas. Como puede observarse en el siguiente cuadro, el hidróxido constituye en términos porcentuales el 74% total de los compuestos teniendo en cuenta los últimos ocho años, luego le sigue el carbonato de litio donde en el mismo periodo

⁷⁴ Situación actual y perspectivas. “Mercado de Litio”. Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. Dirección Nacional de Promoción Minera Subsecretaría. Marzo 2017.
<http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>

se importó una proporción del 25% del total y en menor magnitud el cloruro de litio con un promedio de 2 toneladas anuales.

La mayoría de las compras del exterior de los derivados de litio proceden principalmente de Chile y Estados Unidos, por un lado el país vecino registro un valor promedio de 239 toneladas y una participación en términos porcentuales de 62,52% en los últimos 7 años, siendo el año 2016 los mayor valores de las compras procedente de Chile con 218 toneladas. Con respecto a Estados Unidos en cuanto al periodo analizado (2010-2017) el promedio importado fue de 124 toneladas con el 36,42%.⁷⁵

Cuadro N°12: Importaciones de los compuestos de litio en toneladas – Periodo 2010 a 2017

AÑO	HIDROXIDO	CARBONATO	CLORURO
2010	237	78	5
2011	224	109	6
2012	247	132	0,33
2013	266	74	1,07
2014	253	62	0,05
2015	323	66	0,21
2016	290	115	2
2017	139	53	3

Fuente: Secretaria de Minería de la Nación y Aduana Argentina.
http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf

El cuadro N°13 nos indica las principales ramas industriales y los volúmenes importados en el periodo de agosto del 2013 a Julio del 2014.

Como se observa, el total de importaciones de compuestos de litio en ese periodo fue de 348 toneladas y los principales proveedores fueron Chile y Estados Unidos.

En cuanto a la industria de lubricantes en nuestro país se identificaron dos fabricantes y reconocieron que importan la materia prima, en este caso hidróxido de litio de distintos países, basados en ventajas competitivas. En el año 2013 el principal proveedor fue Chile con un volumen importado de 150 toneladas. En el caso de las industrias del vidrio y el cerámico

⁷⁵ Panorama de mercado de rocas y minerales industriales. Diciembre 2017 Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf

los fabricantes de vidrio en sus distintas especialidades no aplican litio en sus procesos productivos. No obstante para la industria cerámica, existe una filial de una multinacional de origen estadounidense y producción local que adquiere carbonato de litio por lo que su demanda en el año 2013 fue de 55 toneladas con un valor de u\$s320 mil dólares FOB.⁷⁶

Por último, la otra industria a destacar es la farmacéutica, en esta industria el litio encuentra su aplicación en la disciplina psiquiátrica, en la que se utiliza carbonato de litio de muy alta pureza. Toda materia prima de litio utilizada para esta industria es importada por la República Popular de China y Alemania, y aunque los volúmenes importados para las dosis producidas son marginales, su precio por kilogramo triplica el del mismo producto para destino industrial.

Cuadro N°13: Importación de compuestos de litio por Industrias

Compuesto	Utilización	Origen	Cant (ton)
Hidróxido Litio	Grasa de litio (hidratado)	Chile	4
	Grasa de litio (hidratado)	Chile	141
	Farmacéutica	Alemania	0,1
	otras	EEUU	144
	TOTAL		290
Cloruro de Litio	Industria Farmacéutica	India	0,02
	Químicos Aromáticos	Francia	1
	TOTAL		1
Carbonato de Litio	Insumo para ind. cerámicos y enlozados	Chile	57
	Reventa	Chile	0,1
	TOTAL		57
Total Importaciones Compuestos Litio			348

⁷⁶ Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local. “Informe Tecno-Productivo. Andrés Castello y Marcelo Kloster. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Agosto de 2015. <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

Fuente: Centro de Investigación de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.
<http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

Es importante remarcar que los representantes de estas industrias que tienen la necesidad de importar sus compuestos de litio para llevar a cabo la producción, se muestran interesados en conocer alternativas o posibilidades de sustituir sus importaciones por producción local que se ajustaran a sus especificaciones técnicas.

4.3 Exportaciones

Como resultado de la distribución geográfica de los principales centros productivos y de demanda, el mayor flujo de materia prima se concentra en Sudamérica y Australia, en este sentido Chile y Argentina envían compuestos básicos de litio, mientras el material embarcado por el país australiano son los concentrados de espodumeno. El principal destino de estos despachos es el continente asiático, siendo el principal comprador de materia prima de litio la República Popular de China.

Cabe señalar que además en Asia se encuentra la mayor cantidad de plantas químicas y de conversión, por ende, es ahí donde se concentra la producción de compuestos y químicos de litio, como así también la manufactura de batería, productos electrónicos y el desarrollo de vehículos eléctricos. Por estas razones, las exportaciones desde China son menores o poco representativas debido a que presenta un consumo interno alto.

Otro flujo importante de compuestos básicos desde Sudamérica es enviado a los Estados Unidos, donde la materia prima es procesada en plantas químicas para producir otros compuestos de litio. Esto se debe a que importantes operadores de los salares son compañías de propiedad norteamericana, Sociedad Chilena de Litio (Rockwood Lithium) ubicados en el Salar de Atacama y FMC en el Salar del Hombre Muerto.

El siguiente gráfico y datos que se van a presentar para analizar las exportaciones de los compuestos de litio, fueron extraídos de un documento realizado por la Secretaria de Minería del Gobierno de Chile.

Cuadro N°14: Principales países exportadores de compuestos de litio – Año 2013

País	Carbonato de Litio	Cloruro e Hidróxido de Litio
Chile	71%	25%
Argentina	12%	10%
Bélgica	6%	11%
China	4%	16%
EEUU	2%	32%
Alemania	3%	-
Rusia	-	11%

Fuente: Informe Mercado Internacional de Litio, Ministerio de Minería Chile.
<https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

En cuanto al mercado del carbonato de litio, producto más importante en el mercado internacional, como mencionamos anteriormente su producción se concentra en Chile, donde se recupera a partir de las salmueras y en China a través de la conversión de concentrados de mineral.

Respecto a las exportaciones mundiales de este compuesto en el año 2013 se registraron alrededor de 80.000 toneladas, siendo los principales exportadores de carbonato de litio Chile y Argentina con una participación porcentual del 71% y 12% respectivamente, ambos países concentran más del 80% del total global de las exportaciones. El resto de los países exportadores de carbonato, pero con una proporción inferior, siguen Bélgica con el 6%, la República Popular de China con 4%, Alemania 3% y Estados Unidos con el 2%.⁷⁷

El principal destino de los envíos proveniente de Sudamérica es Asia, de los países de este continente, la República Popular de China, Japón y Corea del Sur concentran más de la mitad de las compras internacionales, con un volumen de 13.000 toneladas cada uno. En el caso de República Popular de China se puede observar la diferencia de su destacable participación en cuanto a la producción mundial de carbonato de litio con el 36% aproximadamente y el bajo

⁷⁷ Comisión Chilena del Cobre. “Mercado Internacional de Litio”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile.
<https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

porcentaje de sus exportaciones con el 4%, lo que quiere decir el alto consumo interno de este compuesto.

Por otra parte, el mercado del cloruro e hidróxido de litio que casi el 96% se extrae de las salmueras de los salares de Atacama y Hombre muerto, a cargo de las siguientes compañías SCL perteneciente a Rockwood y FMC, la mayor parte de este compuesto es enviado desde Chile y Argentina a Estados Unidos y a la República Popular de China.⁷⁸

Además, Chile registra exportaciones de una pequeña cantidad de salmuera o cloruro de litio en solución hacia los mismos destinos, esto se debe a un acuerdo de abastecimiento entre la empresa SQM (Sociedad Química y Minera de Chile S.A) y Ganfeng Lithium de China.

Respecto al hidróxido de litio, el cual es producido y exportado según datos del año 2013 desde Estados Unidos con una mayor participación porcentual del 32%, seguidos por Chile con el 25%, la República Popular de China con el 16%, Bélgica y Rusia, ambos con el 11%. En el mismo año entre los destinos más relevantes de las ventas de este compuesto, fueron Japón con una participación porcentual del 23%, Bélgica con el 13% y Estados Unidos con el 8,6% al igual que India.⁷⁹ Es importante resaltar que estos países se encuentran las plantas de los grandes productores de compuestos y sales especiales de litio. Sin embargo, la producción de compuestos, sales y materiales de litio para la fabricación de las baterías y otros productos se realizan principalmente en las regiones de mayor consumo, es decir China, Estados Unidos, Europa, Corea del Sur y Japón, que en conjunto concentran el 90% de la demanda mundial.

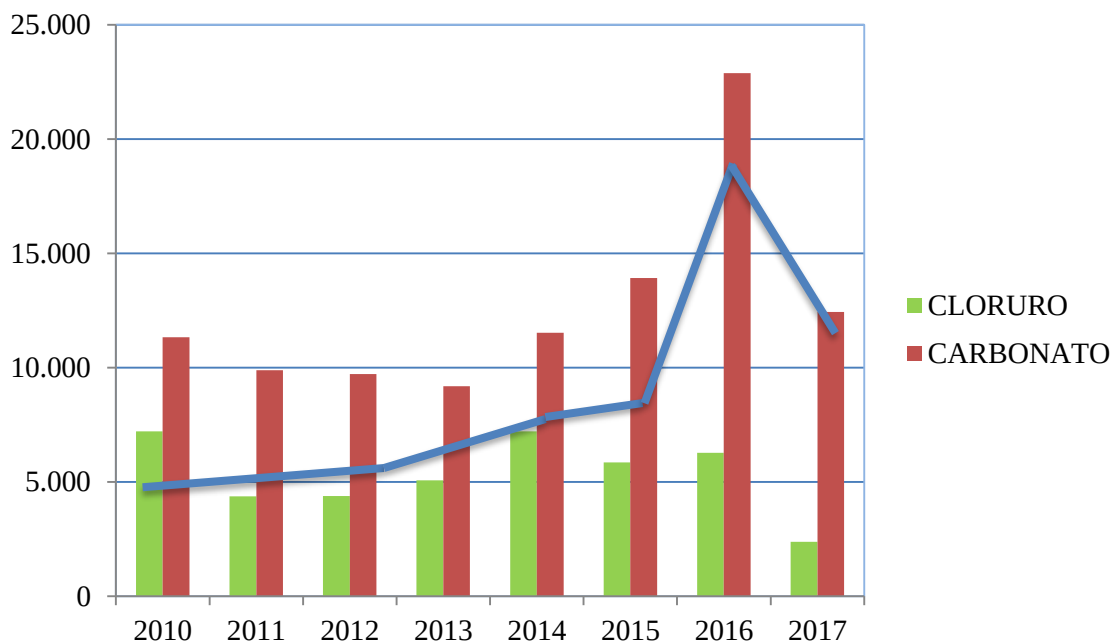
4.3.1 Exportaciones Argentinas

Al analizar la evolución de las exportaciones argentinas de litio, por los datos presentados por el Ministerio de Energía y Minería de la Nación, durante el periodo 2010 al 2017 se puede apreciar que los compuestos de Litio que principalmente exporta nuestro país son el cloruro y carbonato de litio, estas exportaciones corresponden a la totalidad de los envíos al exterior que realiza la provincia de Jujuy y Catamarca.

⁷⁸ Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local. “Informe Tecno-Productivo. Andrés Castello y Marcelo Kloster. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Agosto de 2015. <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>

⁷⁹ Comisión Chilena del Cobre. “Mercado Internacional de Litio”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>

Grafico N°4: Evolución de las exportaciones de compuestos de Litio en toneladas – Periodo 2010-2017



Fuente: Datos de la Secretaría de Minería de la Nación y Aduana Argentina. <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>

Durante el año 2016 las exportaciones de litio tuvieron un incremento del 111% respecto del año 2015, lo que representó una facturación de u\$s191.1 millones de dólares y un valor porcentual del 78% de carbonato de litio y un 21% de cloruro de litio que corresponden al total de las toneladas enviadas.⁸⁰

Esta gran diferencia que puede observarse respecto de un año a otro fue producto de un aumento en los volúmenes exportados del 50% y un alza de 45,3% en los precios, dado esto por la gran producción y primera exportación con destino a Japón que realizó la empresa Sales de Jujuy, emplazada en el Salar de Olaroz. Según Telam “es el primer proyecto minero en concretarse que nace de una inversión de 250 millones de dólares y pertenece al grupo Orocobre, dueño del 66,5 %, junto con Toyota Tsusho que detenta el 25% y Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE), con el 8,5 por ciento. La producción anual prevista de la mina es de 17.500 toneladas de carbonato de litio y 20.000 de cloruro de potasio. La sociedad estratégica de JEMSE se concretó a partir de la creación de la Organización

⁸⁰ Panorama de mercado de rocas y minerales industriales. Diciembre 2017 Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf

Federal de Estados Mineros (OFEMI), destinada a garantizar el trabajo entre el sector privado, las comunidades originarias y los gobiernos provinciales.”⁸¹

Con respecto a los diez primeros meses del año 2017, nivel que aún no iguala las cifras registradas con relación al año 2016, el valor exportado fue de 12.445 toneladas de carbonato y 2.387 toneladas de cloruro por un monto de u\$s103 millones de dólares.

En cuanto a los principales destinos de las exportaciones argentinas de litio durante los últimos 8 años fueron Estados Unidos con una participación porcentual de 55% del total de las exportaciones, la República Popular de China con el 28% ya que su participación en los últimos años ha ido en ascenso, y en menor proporción Japón con el 15%.⁸²

Finalmente es importante destacar que debido a la estructura productiva de litio donde existen diversos proyectos que se encuentran en fase de exploración, explotación y en etapa de producción, como ser en el caso de la provincia de Salta, y teniendo en cuenta la exportación de los compuestos de este mineral supera significativamente las compras al exterior. Por lo tanto, en consecuencia, a esto y a los reducidos valores de las importaciones, el saldo comercial de los derivados de litio va a incrementar o estará determinado por las ventas al exterior.

4.3.2 Exportaciones Salteñas

En la provincia de Salta, en lo que respecta a las exportaciones de litio actualmente no se registran un valor significativo de envíos al exterior, ya que a lo largo de la investigación pudimos determinar que a pesar que Salta cuenta aproximadamente con catorce proyectos en marcha, la mayoría se encuentra en etapa de prospección y exploración por lo que no generan aún una producción comercial.

De acuerdo a los datos presentados a través de la Oferta Exportable de la provincia y la Secretaria de Política Económica y Planificación del Desarrollo las exportaciones mineras de la provincia de Salta en el año 2013 fueron de u\$64.800.000 millones de dólares de los cuales u\$20.088.000 millones de dólares correspondieron al litio con una participación del 33% del total de las exportaciones mineras. En el año 2014 los envíos mineros al exterior fueron de u\$73.000.000 millones de dólares que mostraron un importante aumento debido a un mayor

⁸¹ Economía. “Argentina prevé triplicar su producción de litio en cinco años con inversiones por u\$s 1500 millones”. Minería. 14/05/2017 <http://www.telam.com.ar/notas/201705/188970-argentina-triplicar-produccion-litio.html>

⁸² Situación actual y perspectivas. “Mercado de Litio”. Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. Dirección Nacional de Promoción Minera Subsecretaría. Marzo 2017. <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>

precio de los boratos particularmente y al aumento de la producción de cloruro de litio y en menor medida de carbonato de litio, u\$27.740.000 millones de dólares correspondieron a las ventas de litio que representaron 38% de las exportaciones mineras totales. Con respecto al Año 2015 y 2016 las ventas externas mineras sumaron u\$58.900.000 millones de dólares y u\$62.500.000 millones de dólares respectivamente de las cuales en esos mismo años la exportaciones de litio tuvieron una participación porcentual del 40% y del 42,5% con relación a los envíos totales.⁸³

En el año 2017 las exportaciones mineras de la provincia sumaron u\$60.406.128 millones de dólares con una participación del 45% del total exportado, donde u\$29.963.392 millones de dólares (valor FOB) correspondieron al cloruro de litio por una cantidad de 5.041 toneladas exportadas y por otro lado el carbonato de litio sumo un valor FOB de y u\$96.272 mil dólares con un total exportado de 8 toneladas.⁸⁴

Cabe aclarar que por el momento la única compañía minera que hoy procesa el litio que extrae es la Minera del Altiplano de la empresa norteamericana FMC, empresa propietaria del proyecto Fénix en el Salar del Hombre Muerto produce carbonato en sus plantas instaladas en la provincia de Catamarca y cloruro de litio el cual es producido en la planta instalada en el parque industrial de la ciudad de Gral. Güemes. Por esta razón en volúmenes exportados el cloruro de litio representa mayores ventas al exterior que en comparación al carbonato.

Cuadro N°15: Exportaciones en toneladas de los compuestos de litios de la provincia de Salta. Periodo 2013-2017

Compuesto	Año 2013	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Año 2017
Cloruro de litio	3.000	3.500	4.205	4.780	5.071
Carbonato de litio	443	428	87	0	8
Total FOB	u\$20.088.000	u\$27.740.000	u\$23.560.000	u\$26.250.000	u\$30.059.664

Fuente: Elaboración propia a partir con datos de Oferta Exportable de Salta e Informes Productivos Provinciales.

Según el modelo de Heckscher-Ohlin intenta explicar el movimiento o los flujos del comercio internacional. Este modelo a su vez predice que si un país tiene una abundancia relativa de un factor (trabajo o capital), tendrá una ventaja comparativa y competitiva en

⁸³ Informes Productivos Provinciales, Salta. Sector Minero. Año 2014 y 2017. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/Informe_Productivo_salta.pdf

⁸⁴ Oferta Exportable de la Provincia Salta 2018-2019. Fundación Pro Salta. Disponible en: <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>

aquellos bienes que requieran una mayor cantidad de ese factor, es decir que los países tienden a exportar los bienes que son intensivos en los factores con que están abundantemente dotados.⁸⁵ En cuanto al nivel de elaboración de los productos exportables, la provincia de Salta es un importante oferente internacional de metales a nivel primario, mientras que el procesamiento se realiza en países de mayor desarrollo industrial y tecnológico.

Por lo tanto, para entender el mercado mundial del litio es necesario comparar la distribución geográfica de los centros productivos y la demanda, por lo que el mayor flujo de materia prima, es decir los compuestos básicos de litio, es de Sudamérica hacia Asia principalmente al mercado chino. Cabe indicar que en los países asiáticos se encuentran gran parte de las plantas de conversión y químicas, por esta razón es ahí donde se concentra la producción de compuestos y químicos de litio además de la fabricación de baterías y otros productos complejos y electrónicos como también el desarrollo de vehículos eléctricos.⁸⁶

También existe otro flujo importante de compuestos desde Sudamérica a Estados Unidos y la Unión Europea dado que importantes operadores de los salares de la provincia pertenecen a compañías norteamericanas como la empresa FMC que opera en el salar del Hombre Muerto. A su vez, en Estados Unidos la materia prima es procesada en plantas químicas para producir otros compuestos de litio.

Estos flujos comerciales son además los principales mercados de las exportaciones salteñas de litio sobre todo Estados Unidos que concentra la mayor cantidad de las ventas seguido por China, y Japón y Bélgica.⁸⁷

Respecto a las perspectivas de las exportaciones salteñas de litio podemos concluir que si bien en el año 2017 las exportaciones de cloruro de litio representaron un 6,16% de las exportaciones salteñas y casi un 45% de las exportaciones mineras de la provincia con un solo proyecto funcionando (FMC Lithium) de los 10 proyectos que ya se encuentran en etapa de extracción avanzada y en menor medida en etapas de operación y planta piloto, sin contar aquellos proyectos que están en las etapas de exploración y prospección.⁸⁸

⁸⁵ Andrés Fernández Díaz. “Las implicaciones del teorema HeckscherOhlin-Samuelson en la teoría de la planificación”. Universidad de Madrid. file:///C:/Users/paula/Downloads/RECP_058_039.pdf

⁸⁶ Panorama de mercado de rocas y minerales industriales. “Litio”. Ministerio de Energía y Minería. Diciembre 2017. http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf

⁸⁷ Informe Exportaciones: 1er Cuatrimestre 2018. Dirección General de Estadística. Ministerio de Economía Salta. Disponible en: <http://estadisticas.salta.gov.ar/web/archivos/partes-de-prensa/exportaciones/Exportaciones%20de%20Enero%20a%20Abril%202018.pdf>

⁸⁸ Ídem

Podemos decir entonces que en los próximos años y teniendo en cuenta que las operaciones de los proyectos llevan un proceso madurativo entre 2 a 4 años para alcanzar la producción óptima, se proyecta que la provincia en el año 2022 tenga una capacidad productiva de 126.000 toneladas de LCE, por lo tanto esto permitirá un favorable crecimiento de las exportaciones de los compuestos de litio y contribuirá a los u\$800 millones de dólares que se estima que generen las exportaciones anuales argentinas de litio a partir del año 2022.⁸⁹

Por último es importante resaltar las inversiones realizadas en la provincia por las empresas ADY Resources, ERAMINE Sudamérica y Minera del Altiplano (FMC) que contribuirán al aumento de la producción de litio para el año 2019-2020 y generar mayores exportaciones, sobre todo incrementar las ventas al exterior de carbonato de litio por parte de la compañía ADY Resources la cual ya cuenta con una planta piloto en la provincia destinada principalmente a la fabricación de carbonato de litio.

Cuadro N°16: Proyectos mineros de litio más avanzados de la provincia de Salta

PROYECTO	EMPRESA	OPERADOR	INVERSIÓN
Rincón	ENIRGI Group corporation	ADY Resources	-1° fase: 20.000 toneladas LCE. Inicio estimado de producción 2019. Inversión: U\$ 300 millones. -2° fase: 30.000 toneladas LCE. Inicio estimado de producción 2022. Inversión: U\$ 420 millones
Centenario-Ratones	ERAMET-REMSA	ERAMINE Sudamérica	-Proyectado para 20.000 toneladas LCE, tiempo estimado de construcción fines del 2018 y de producción año 2020. -- Inversión: U\$ 380 millones
Hombre muerto/fénix	FMC Lithium Corporation	Minera del Altiplano	-Producción actual: 20.000 toneladas LCE. -Plan de expansión año 2019: 20.000 ton LCE. Inversión: U\$ 300 millones

Fuente: Elaboración Propia a partir de datos extraídos del Ministerio de Hacienda de la Nación. https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Litio.pdf

⁸⁹ El Litio: una oportunidad. Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/litio_salta_6_junio_subsecretaria_de_desarrollo_minero.pdf

4.4 Incentivos a la exportación

El gobierno argentino a través del Decreto 294/2017 de su Anexo I modifico las alícuotas vigentes del régimen de reintegros a la exportación de los productos industriales, con el objetivo de fomentar el valor agregado en las cadenas de valor, generar una mayor competitividad y su aumento en la inserción de los mercados internacionales. Es así, que a partir de la entrada en vigencia de este decreto el reintegro a la exportación de cloruro y carbonato de litio paso a ser del 2,50%, mientras que el hidróxido de litio paso a tener un reintegro a la exportación del 3.00%.⁹⁰

4.4.1 Posición Arancelaria del litio

Las posiciones arancelarias a través de las cuales ingresa y egresa el litio a nuestro país, de acuerdo a la Nomenclatura Común del Mercosur (NCM) son las siguientes:

- **2825.20.20.000 B:** Hidrazina E Hidroxilamina Y Sus Sales Inorgánicas; Las Demás Bases Inorgánicas; Los Demás Óxidos, Hidróxidos Y Peróxidos De Metales. - Oxido E Hidróxido De Litio - Hidróxido.
- **2827.39.60.000 Z:** Cloruros, Oxiclорuros E Hidroxicloruros; Bromuros Y Oxibromuros; Yoduros Y Oxiyoduros. Los Demás de litio.
- **2836.91.00.000 G:** Carbonatos; Peroxocarbonatos (Percarbonatos); Carbonato De Amonio Comercial Que Contenga Carbonato De Amonio. - Carbonatos de litio.

4.4.2 Arancel de importación y tributos internos

Los aranceles de aduana constituyen un instrumento para la regulación del comercio internacional. Por lo que el arancel de importación es un tributo aplicado por los países a la mercadería importada, ya sea vía aérea, terrestre o marítima, y se diferencian de acuerdo al país de origen, si las mismas tienen como origen países del Mercosur o si están originadas en terceros países.

A continuación, se presenta la estructura arancelaria y tributos internos que grava la importación de litio.

⁹⁰ Panorama de mercado de rocas y minerales industriales. Diciembre 2017 Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf

Cuadro N° 17: Estructura arancelaria de los compuestos del Litio

	AEC	DIE	TE	DII
Hidróxido de litio	10%	10%	0,05%	0%
Cloruro de litio	2%	2%	0,05%	0%
Carbonato de litio	10%	10%	0,05%	0%

Fuente: Elaboración Propia con datos de Dirección General de Aduana.

Referencias:

- AEC: Arancel externo común
- DIE: Derecho de importación extrazona
- TE: Tasa de estadística
- DII: Derecho de importación intrazona

Cuadro N°18: Tributos internos sujetos a la importación de litio

	TRIBUTOS	ALÍCUOTA
Percepción impuesto a las ganancias	IVA	21%
	Percepción IVA	20%
	*Importación definitiva de bienes para uso o consumo del importador	11%
	*Demás operaciones de importación	6%
	Ingresos Brutos	2,50%

Fuente: RG AFIP N° 3373/2012 y RG (C.A.) N° 13/2016.
<http://www.sice.oas.org/trade/mrcsrs/decisions/dec0394.asp>

4.5 Análisis de Competitividad

Según Michael Porter la ventaja competitiva de una nación o de una provincia depende cada vez más de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las naciones logran ventaja frente a los mejores competidores del mundo a causa de las presiones y los retos. Las

naciones también se benefician de tener fuertes rivales nacionales, proveedores dinámicos y clientes nacionales exigentes.⁹¹

El modelo del diamante de la competitividad de Porter, se sustenta en que las empresas de un país siempre estarán fijadas por la interacción de ciertas variables determinantes las cuales influyen en la capacidad de estas para mantener y establecer una ventaja sostenible en los mercados internacionales:

a) Condiciones de los factores:

El territorio argentino es el segundo más grande de América del Sur y el octavo en extensión de la tierra, está situado entre la cordillera de los andes, el océano atlántico sur y el continente antártico. Argentina ocupa el cuarto puesto a nivel mundial por dotación de reservas de litio, principalmente estas reservas se encuentran en la región de la Puna. La Puna es una región altiplánica desértica o meseta de alta montaña propia del área central de la cordillera de los andes con una altitud aproximada de 4.000 metros sobre el nivel del mar y cuenta con una superficie de 80.000 km², además se encuentra ubicada en la zona occidental de las provincias de Catamarca, Jujuy y Salta.⁹²

Con respecto a nuestra provincia el 54% del territorio salteño es montañoso y presenta muy buenas condiciones para el desarrollo de la actividad minera, sobre todo en los departamentos de Los Andes, La Poma y Santa Victoria Oeste que cuentan con alto potencial geológico para el descubrimiento y explotación de nuevos yacimientos. Todo esto sumado a que la provincia contiene numerosos salares que favorecen a la explotación de litio, con una superficie total en salares de 4000 km².⁹³

Es importante destacar que, si bien la actividad minera se caracteriza por ser una inversión de alto riesgo, principalmente en las etapas de prospección y exploración. En el caso del litio que es extraído mediante bombeo y concentrado por evaporación solar en piletas en los salares, esta tecnología empleada para este método tiene menores costos que la separación a partir de minerales, por lo que las salmueras más importantes en cuanto a calidad y volumen se encuentran en el llamado Triángulo del Litio como mencionamos anteriormente, Argentina y sobre todo el noroeste forman parte de estas importantes reservas, además posee la ventaja

⁹¹ Porter Michael. “El Modelo de Diamante de M. Porter. 2012”. Disponible en: <http://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2005/14070.pdf>

⁹² Portal Informativo de Salta. “La Puna”. Disponible en: <http://www.portaldesalta.gov.ar/puna.htm>

⁹³ “Litio, la paradoja de la abundancia”. Reservas de Litio en Argentina. Proyectos, ubicación geográfica y principales empresas implicadas. Disponible en: <http://www.copenoa.com.ar/IMG/pdf/litio.pdf>

de contar con una alta tasa de evaporación por sus zonas áridas que permiten tener los costos operativos más bajos a nivel mundial.

Por lo que en los últimos años la exploración de litio en la Argentina y en la provincia de Salta ha mostrado un dinamismo superior al de otros minerales debido a diversos factores tales como la perspectiva de la demanda y precios más favorables; menores requerimientos de capital y costos de extracción competitivos; facilidades regulatorias para la actividad minera e involucramiento de empresas industriales no mineras. Esto permitió que tanto la Argentina y principalmente la región NOA ingresará en la cadena global como proveedora de minerales demandados en el mercado mundial por las industrias de los países de mayor desarrollo.

b) Condiciones de la demanda:

Según Porter la existencia de mercados domésticos sofisticados y exigentes es lo que en definitiva genera incentivos a la innovación.⁹⁴

El sector minería presenta una alta demanda a nivel internacional. Según datos del Ministerio de Hacienda de la Nación la demanda global de litio en los últimos años ha mostrado un importante crecimiento, donde en el año 2017 la demanda mundial de litio fue de un 12% mayor respecto al año 2016. Principalmente el aumento de la demanda se dio en el sector de las baterías con una participación del 46% en el año 2017, seguido por la masificación de dispositivos eléctricos y a la expansión de las baterías de ion-litio. Sin embargo en un futuro próximo el crecimiento del mercado de este metal radicará en las aplicaciones en almacenamientos de energía, es decir este aumento será liderado por los requerimientos de litio para baterías para automóviles.⁹⁵

A partir de la extracción minera, la cadena de abastecimiento de la industria de litio incluye la fabricación de productos de litio que pueden ser utilizados como materia prima en diversos bienes o ser insumos de procesos industriales. En la Argentina se realiza la primera transformación donde se obtiene carbonato de litio, el cual es el compuesto más demandado para la industria, y en menor medida se produce cloruro e hidróxido de litio. Estos productos se destinan en su totalidad al mercado mundial particularmente a Estados Unidos, Japón, China, Corea del Sur y Bélgica, los cuales en el año 2017 concentraron el 72% de los envíos

⁹⁴ Porter Michael. "The Competitive Advantage of Nation." Harvard Business Review. Año 1990 Disponible en: http://www.economie.ens.fr/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf

⁹⁵ Informe Cadena de Valor. "Litio". Abril 2018. Ministerio de Hacienda de la Nación. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Litio.pdf

totales del país. Por otro lado, se estima que para los próximos años la tasa de crecimiento de la demanda de compuestos de litio alcance un ritmo promedio anual del 13%.⁹⁶

Por lo tanto, Argentina es considerada un país atractivo para la inversión minera sobre todo para el litio, ya que la capacidad instalada de nuestro país para la producción de litio podría expandirse por encima del ritmo del promedio mundial, considerando el ingreso en el corto plazo de todos los proyectos antes mencionados donde la participación de la producción podría incrementarse del 15% en el año 2017 al 30% en 2022.

c) Estrategia, estructura, y rivalidad de las empresas:

Las principales provincias con recursos mineros principalmente la provincia de Salta, Jujuy y Catamarca han reaccionado de tal manera ante las expectativas de crecimiento de este mercado con la creación de empresas públicas y plataformas de desarrollo tecnológico, como también existen organismos técnicos públicos con capacidades de intervención. Asimismo, también se realizaron acuerdos interinstitucionales y federales con distinto grado de efectividad y avance en sus iniciativas. A modo de ejemplo mencionamos los siguientes organismos e instituciones:

-Recursos Energéticos Mineros Salta Sociedad Anónima (REMSa SA): creada como sociedad con participación estatal mayoritaria, promueve la participación en proyectos de litio con empresas privadas, aportando pertenencias mineras.

-Ministerio de Industria: Tiene un rol activo y autónomo en la generación de convenios internacionales, políticas de industrialización para el sector y acuerdos inter-sectoriales

-Universidad de Salta: En la universidad de Salta se han realizado importantes publicaciones en el campo de la geología de salares que demuestran la significativa potencialidad en la producción a nivel regional.

-Y-TEC: Ejecución de tres proyectos asociados: 1) Extracción y purificación de la materia prima (sales de litio); 2) Producción de los materiales activos y los electrodos; 3) Fabricación de celdas (pilas) y pack de celdas (baterías) con especial foco en el mercado de vehículos eléctricos y otras aplicaciones.

-Ministerio de Industria y Ministerio de Economía: se realizó un Acuerdo Marco de Cooperación Tecnológica entre el Gobierno de Jujuy y el INTI. El INTI es el organismo encargado de fiscalizar las baterías de todo tipo que se utilizan en el país

⁹⁶ Ídem

Con respecto a la provincia de Salta, el Estado provincial apoya los proyectos mineros y garantiza las condiciones necesarias de tal manera que beneficie tanto a las empresas como a las comunidades locales. El sistema de concesión de mina es judicial por lo tanto el juzgado de mina es el que concede las propiedades mineras, a su vez la Secretaria de Minería brinda apoyo al juzgado y actúa como fiscalizador de las actividades operativas, ambientales y sociales. Por lo tanto, los titulares de los derechos mineros, previo al inicio de la actividad, deben dar cumplimiento a los requisitos establecidos en materia minero-ambiental para las distintas etapas de prospección, exploración y explotación. Por último la provincia coordina los planes de responsabilidad social empresaria, donde se viene trabajando fuerte para llevar a las comunidades cercanas al mayor desarrollo con la generación de mano de obra calificada y la creación de pequeños proveedores locales.⁹⁷

Según Porter, la existencia de rivales fuertes concentrados en una zona geográfica fomenta la competitividad en el sector de la minería, estimula el desarrollo de factores especializados y la mejora de las industrias vinculadas en busca de ventajas competitivas.⁹⁸

Durante estos años Argentina ha buscado atraer mayor inversión extranjera gracias a las diferentes reformas políticas que se llevaron a cabo. Según el ranking de competitividad del World Economic Forum (WEF) Argentina en el año 2018 mejora doce posiciones para ocupar el puesto 92 de 137 países, impulsado por un mejor desempeño de las instituciones debido a una mejora significativa y consistente que reflejo una renovada confianza en el público e instituciones privadas.⁹⁹ Otro factor importante tanto para inversión extranjera y nacional incluye las bajas restricciones al comercio internacional y los bajos aranceles e impuestos a las exportaciones sobre todo en materia de minería.

Argentina ha logrado atraer empresas mineras de todas partes del mundo, fue el país productor más dinámico en los últimos años al pasar en el año 2016 del 11% al 16% de participación en el mercado de derivados de litio y dado los proyectos en desarrollo y los que se encuentran en construcción podrían generar triplicar la producción y significaría

⁹⁷ Oferta Exportable de la Provincia Salta 2018-2019. Fundación Pro Salta. Disponible en: <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>

⁹⁸ Porter Michael. “El Modelo de Diamante de M. Porter. 2012”. Disponible en: <http://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2005/14070.pdf>

⁹⁹ Insight Report “The Global Competitiveness Report 2017-2018”. Disponible en: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>

inversiones por u\$1.500 millones de dólares y exportaciones anuales por más de u\$800 millones de dólares.¹⁰⁰

d) Sectores relacionados y de apoyo:

Según Michael Porter la competitividad de un sector se sustenta en la disponibilidad de los proveedores o industrias conexas.¹⁰¹ En el sector minero los proveedores son el conjunto de empresas que suministran productos y servicios para realizar las actividades asociadas a la producción minera. Los servicios comprenden las actividades profesionales para llevar a cabo los estudios geológicos, químicos, hidrológicos, metalúrgicos, de ingeniería, económicos, de impacto ambiental, entre otros necesarios fundamentalmente en las etapas de prospección y exploración. Entre los proveedores más relevantes están lo que proporcionan equipos de movimiento de suelos, insumos como aceros de perforaciones y molienda, combustible y energía.

Generalmente en los países en desarrollo como en el caso de Argentina dada la falta de proveedores competitivos, las industrias aparecen como sectores aislados en vez de desarrollarse clusters o industrias relacionadas, por lo que la mayoría de los insumos, componentes y maquinarias tengan que importarse. Sin embargo, en el año 2012 la Secretaria de Minería a través de dos resoluciones determino que las compañías mineras tenían la obligación de crear un departamento de sustitución de importación y contratar fletes de transporte a empresas nacionales. La disposición de esta política buscaba generar un reemplazo de importaciones para sostener el superávit comercial y fomentar la industria nacional. Pero esto genero una problemática en la producción y en una disminución de la inversión extranjera en el sector debido a que muchas industrias nacionales no fabricaban ciertos insumos o componentes, es así que el gobierno en el año 2016 a través del decreto N°1174/16 permite la importación de maquinarias usadas con el fin de impulsar la inversión productiva de manera de aumentar la capacidad de producción. El reto que debería tener el país es como integrar estas empresas en el circuito de la cadena productiva a fin de lograr una mayor competitividad.¹⁰²

¹⁰⁰ Panorama de mercado de rocas y minerales industriales. Diciembre 2017 Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf

¹⁰¹ Porter Michael. "The Competitive Advantage of Nation." Harvard Business Review. Año 1990 Disponible en: http://www.economie.ens.fr/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf

¹⁰² Decreto N°1174/16. "Régimen de importación de líneas de producción usadas". <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/instructivo-normativa-reg-1174.pdf>

4.6 Conclusión parcial:

Finalizando este capítulo pudimos ver y determinar que las fuentes potenciales de litio se dividen en dos grupos, por un lado, están las salmueras subterráneas de los salares donde el Litio es extraído mediante bombeo hacia la superficie y luego es concentrado por evaporación solar en piletas. Y por otro lado se encuentran los concentrados de minerales pegmatíticos, extraídos de rocas con métodos mineros convencionales en operaciones a cielo abierto o de manera subterránea. Casi la mitad de la producción de este recurso se obtiene a partir de salmueras y sus principales productores son Chile, Argentina, China y Estados Unidos.

Con respecto a la producción y a la exportación primaria de Litio a nivel mundial, Australia, Chile, Argentina y China concentran el mayor flujo de materia prima, siendo los principales destinos de los despachos mundiales de este recurso China y Estados Unidos, ya que en estos dos países se encuentra la mayor cantidad de plantas químicas y la producción de compuestos de litio.

En cuanto a la Argentina, al analizar los datos de producción y exportación de litio se pudo concluir en este capítulo que en el año 2017 se produjo un crecimiento de la capacidad instalada y que los despachos de las exportaciones se dirigieron a Estados Unidos, China y Japón, este último destino fue producto de la primera exportación que realizó la empresa Sales de Jujuy, al ser el primer proyecto minero en concretarse, el cual surgió de la creación de una sociedad estratégica entre la empresa Orocobre, Toyota Tsusho y Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE).

Finalmente podemos concluir que en los próximos años se espera un crecimiento de la capacidad instalada de producción de Litio a nivel global y local, ya que desde el punto de vista de la demanda potencial de este recurso se estima un pronóstico optimista de crecimiento interanual y además el alza del precio del mineral, lo que incentiva la reactivación, ampliación o puesta en marcha de diversos proyectos a nivel mundial.

Capítulo N°5: Agregado de Valor e industrialización del litio

Los múltiples derivados de la producción de litio presentan una amplia gama de utilidades a escala industrial, de esta manera los compuestos ya sea en forma de carbonato, hidróxido o cloruro se destinan a la fabricación de distintos productos.

Para poder comprender mejor los productos primarios o compuestos del litio realizaremos tres niveles de diferenciación del mismo. En primer lugar, en función de la proveniencia de estos compuestos según el tipo de yacimiento (obtenidos a partir de Salmueras o partir de minerales de rocas pegmatíticas) y el tipo de producto obtenido (carbonato, cloruro o hidróxido).

La segunda diferenciación esta planteada por los grados o niveles de pureza del metal.¹⁰³ En este apartado vamos a analizar al carbonato de litio, en base a las especificaciones de los productos que se encuentran disponibles en la actualidad y se diferencia los siguientes grados:

1° El grado industrial: Este comprende menos del 99,0% de pureza y se usa para la industria del vidrio, cerámicos y otras aplicaciones.

2° El grado técnico: posee un 99,0% – 93,3% de pureza y también se usa para la industria del vidrio, cerámicos, fundentes para coladas continuas y productos químicos.

3° El grado batería: tiene un 99,5% de pureza y se usa para la fabricación de materiales del cátodo de la batería de ion de Litio. Este cubre el 75% del mercado de baterías.

4° El grado Electric Vehicles: Este posee un 99,9% de pureza y cubre el 15% del mercado de baterías.

5° El grado Electric Vehicles Plus: También comprende el 99,9% de pureza y cubre el 10% del mercado.

Y por último el tercer nivel de diferenciación hace referencia al grado de especialización de los compuestos de Litio. Según Baylis Robert a partir del Carbonato y Cloruro de Litio analiza el mercado de los productos de litio a lo largo de la cadena de valor, a través de cuatro

¹⁰³ Fox-Davies Capital. 2013. “The Lithium Market”. Fox Davies Resources Specialist. 15 p. [Versión pdf]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38961/S1500861_en.pdf

niveles de especialización de los productos que van desde el menor nivel, es decir con menor valor, hasta productos sofisticados de mayor valor.¹⁰⁴

1) Productos técnicos, entre los cuales se encuentra el carbonato de litio grado técnico y el cloruro de litio.

2) Productos batería, entre los que se encuentra el carbonato de litio grado batería y el hidróxido de litio grado batería.

3) Productos litio-orgánicos, entre los que se puede mencionar el butil-litio.

4) Productos metal especializados, entre los que se hallan las sales de litio de alta pureza.

Según este autor, del grupo 1 al 4 se aumenta el valor agregado, mientras que en este mismo sentido los volúmenes de producción y las capacidades se disminuyen, sin embargo, la rentabilidad puede variar por varios factores, es decir, productos con bajo valor agregado pueden generar buena rentabilidad.

5.1 Valor agregado

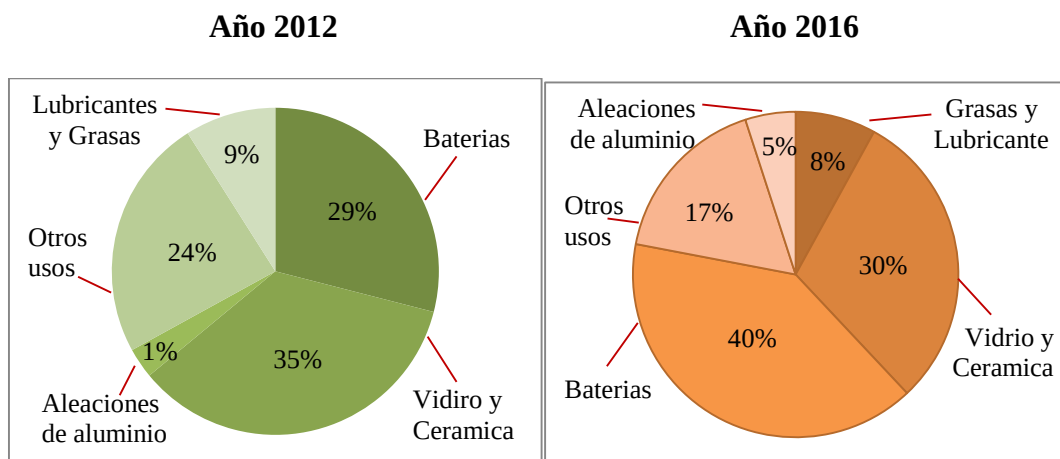
Como se explicó anteriormente cada parte de la industria demanda un determinado compuesto de Litio, estos compuestos constituyen la materia prima a partir de la cual los elaboradores desarrollan sus productos intermedios y/o finales. Por lo tanto, los demandantes más importantes de estos compuestos corresponden a los sectores de vidrios, cerámicas, lubricantes y a la fabricación de baterías de ion litio.

La demanda de Litio a nivel mundial ha ido cambiando a lo largo de los años acorde se iban encontrado nuevas aplicaciones. El gráfico N°4 muestra la distribución de la demanda para los distintos sectores. Resalta de este el área destinada a las baterías, la cual se ha incrementado notablemente en la última década atravesando desde el 1%, registrado en los años 70, al 29% en el año 2012, valor que asciende a la fecha al 40%, registrando así el doble del consumo en un periodo menor a 10 años, valor que ocupa el primer lugar entre los mayores usos del mercado de este metal. Otro sector con demanda creciente ha sido el de los vidrios y cerámicas con una participación del 30%. Por su parte, la aplicación de litio en grasas-lubricantes y en el sector de aleaciones de aluminio registró una participación en el año 2016 del 8% y del 5% respectivamente. Este último tuvo una notable reducción en los últimos años debido principalmente al incremento de la demanda al mercado de baterías. El 17%

¹⁰⁴ Baylis, R. 2013. Evaluating and forecasting the lithium market from a value perspective. 30th January 2013. 5th Lithium Supply

restante se destina al tratamiento de aire, a la fabricación de polímeros, entre tantos otros usos.¹⁰⁵

Gráfico N°5: Comparación de la demanda de litio según actividad industrial



Fuente: Ministerio de Energía y Minería – Presidencia de la Nación.
http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/marzo_2017_-_informe_especial_litio_.pdf

5.1.1 Industria de baterías:

El litio se utiliza tanto en la tradicional batería primaria conocida como “batería de litio”, cuyo ánodo es litio metal, el cual se obtiene por reducción de cloruro de litio, como en la batería secundaria conocida como “batería de litio-ion”, que se caracteriza por su reversibilidad y recarga. Por lo tanto, es necesario destacar algunos aspectos técnicos para comprender este mercado. En primer lugar, es que una batería de ion-litio no genera energía, sino más bien la almacena, aprovechando de esta manera las propiedades del metal como ser el bajo peso, alto potencial electroquímico, alta capacidad energética, resistencia a la descarga y el poco efecto memoria de estas baterías. Esta última propiedad supone una gran ventaja respecto a las baterías basadas en níquel, ya que al poseer un alto efecto memoria, la batería no se vuelve a recargar al mismo nivel y paulatinamente pierde potencia y rendimiento.

El segundo aspecto hace mención a la presencia de otros recursos naturales para su fabricación, es decir una batería se compone de dos polos y un medio de electrones denominados electrolito, el polo positivo llamado cátodo se construye con base al litio, mientras que el polo negativo es el ánodo y depende de otros elementos para su composición.

¹⁰⁵ Informe Especial: Situación actual y perspectivas. Mercado de Litio. Ministerio de Energía y Minería, Marzo 2017. Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/marzo_2017_-_informe_especial_litio_.pdf

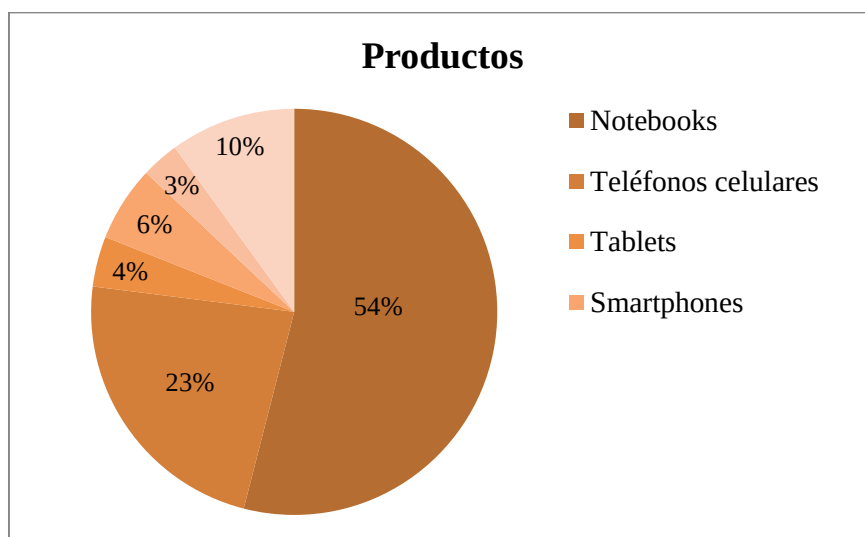
De esta manera se requiere de otras fuentes de recursos y tecnologías para el uso de materiales como el níquel, cobalto, azufre, grafeno, entre otros.

Y por último, el tercer aspecto es la innovación tecnológica como factor de crecimiento de la industria, que al igual que las tecnologías llevadas a cabo en la extracción de sales de litio, existen permanentemente avances en las tecnologías de fabricación de baterías. Sin embargo, es importante destacar que es muy reducido el alcance de inversiones tecnológicas de los países no industrializados y además poseen bajos niveles de inversión en educación e investigación.

5.1.1.1 Demanda de baterías de litio

En los últimos 10 años la demanda de baterías de litio tuvo una marcada evolución. Entre el año 2007 y el año 2016 los porcentajes de demanda en el mercado se han duplicado, así ya en el año 2012 más de 54% del consumo de las baterías se destinaba a laptops, el 23% a teléfonos celulares y solo el 3% de la demanda total de baterías ion-litio se debía al sector automóviles. Respecto al año 2007 donde la demanda total de baterías registró una participación en el mercado de litio del 20%, los valores para el año 2016 ascendieron al 40%.¹⁰⁶ Es decir que estos periodos la mayor parte del mercado de litio estaba destinado a los dispositivos electrónicos.

Grafico N°6: Segmentación de la demanda de litio para baterías en el año 2012



Fuente: Elaboración propia a base de los datos de Element Energy Limited

¹⁰⁶ Element Energy Limited. 2012. Cost and performance of ev batteries. Final report for The Committee on Climate Change. Cambridge: elementenergy. 100 p. [Versión pdf]. http://www.element-energy.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2012/04/CCC-battery-cost -Element-Energy-report_March2012_Public.pdf

Según CEMAC (Clean Energy Manufacturing Analysis Center) en el año 2015 la industria de baterías registro un consumo del 40% total de litio, esta demanda incluye a todas las industrias de batería ion-litio. Ese mismo año la demanda de baterías ion-litio para dispositivos electrónicos registro un descenso en términos de porcentaje del 86% al 69% de la demanda total del mercado de baterías, debido a que la proporción de litio destinada a baterías para el sector de automóviles eléctricos mostró un crecimiento de la demanda global del 14% al 28%, debido principalmente al alza de las venta de estos automóviles.¹⁰⁷

Este aumento del mercado de litio registrado en el año 2015 para el sector de las baterías se debe principalmente por los siguientes puntos:

- 1) La expansión del consumo esperado en términos de volumen de los dispositivos electrónicos.
- 2) El alza de ventas de automóviles electrónicos, particularmente en el mercado chino entre los años 2015 y 2016, que generó además un ascenso del precio de carbonato e hidróxido de litio. La expansión del mercado de automóviles eléctricos se dió, fundamentalmente por el desarrollo tecnológico alcanzado por esta industria.
- 3) El crecimiento de la demanda de materia primas por parte de los fabricantes de baterías ion-litio, que precisan cada vez mayores volúmenes de litio para el sector de baterías.

5.1.1.2 Productores

Naturalmente entre los productores de litio y los productores del mercado de baterías hay relación directa en cuanto a las expectativas de las ganancias, es decir que en la actualidad se establecen entre los principales jugadores del mercado de litio alianzas comerciales. Algunos estudios recientes establecen que estas grandes empresas jugarán un rol trascendental ya que el mercado de litio se encuentra en una etapa final de construcción. En este escenario, las recientes alianzas que se plasmaron en el mercado podemos nombrar a Tesla Motors encargado de ensamblar sus propias baterías, pero donde la compañía Panasonic le provee de celdas de baterías, a su vez el fabricante de cátodos para Panasonic será Sumitomo Metal Mining. Por último, esta empresa se proveerá de la compañía FMC de hidróxido de litio, el cual es producido en China.

¹⁰⁷ CEMAC, Clean Energy Manufacturing Analysis Center. 2015. Automotive Lithium- ion Battery (lib) Supply Chain and U.S. Competiveness Considerations. 41 p. [Versión pdf] <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65312.pdf>

La estrategia clave para poder convertirse en productor de baterías de ion-litio es la concesión de patentes, de modo que los países productores de batería concentran una gran cantidad de patentes asociadas con tecnología de baterías. Entre un total de 41.459 patentes registradas a nivel mundial, los principales países propietarios de patentes son Japón, que a través de sus empresas es dueña del 59% de estas patentes; luego le sigue Corea del Sur con una participación del 13,65% y por último China y Estados Unidos con el 11,27% y el 9,80% respectivamente.¹⁰⁸ Como se observa la mayoría de estas patentes están concentradas en estas regiones industrializadas, de modo que reúnen la mayor parte de los beneficios originados del progreso técnico en la fabricación de baterías.

El otro grupo minoritario son aquellos países que poseen menos de 40 patentes entre ellos tenemos a Rusia, Dinamarca, Italia, Israel, Suecia, India, Ucrania, Bulgaria, República Checa, Eslovenia, Austria, Eslovaquia, Brasil, Malasia, España y Polonia.

Por otro lado, en América del Sur solo se registran cuatro patentes en este rubro. Sin embargo, en Argentina no podemos dejar de mencionar el reciente contrato firmado en la provincia de Jujuy entre la empresa estatal JEMSE (Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado) y el grupo italiano Seri, donde se pondrá en funcionamiento la primera fábrica de baterías de ion-litio en nuestro país, destinada al sector del transporte público. En un principio esta inversión dispone de 60 millones de dólares que contará con una participación del 60% de la empresa estatal JEMSE y el 40% del grupo italiano Seri. Además se estima que para llevar adelante dicho proyecto se utilizará aproximadamente 100 toneladas anuales de carbonato de litio de las 17.000 toneladas que produce actualmente esta provincia.¹⁰⁹

Así mismo la compañía italiana Seri, fundada por Federico Vitali cuenta con una gran experiencia en sistemas de acumulación de energía de alta eficiencia en el sector de la movilidad eléctrica y se ha especializado en los últimos años en el desarrollo de toda la cadena de valor del litio desde el diseño de las celdas hasta la fabricación de las baterías.

¹⁰⁸ Lara, A., J. Reyes & A. García. 2011. "Vehículos híbridos eléctricos y baterías avanzadas". En: J. En: Aboites & J.M. Corona (Coordinadores). Economía de la Innovación y Desarrollo. Mexico: Siglo xxi : Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

¹⁰⁹ Energía y Minería. "Baterías de litio made in argentina". Por Mariano Roca, 2 enero del 2018. Disponible en: <http://defonline.com.ar/litio-cadena-valor/>

5.1.2 Industria del vidrio y el cerámico:

La industria de los vidrios y las cerámicas ocupa el 30 % del consumo mundial de litio, ya sea en forma de concentrado o bajo la forma de carbonato. El principal objetivo de su uso en esta industria es como fundente, lo que permite reducir la temperatura de fusión de los materiales y genera un importante ahorro de energía, además mejora la calidad del producto, obteniendo productos más estable y resistente al calor.

En el caso del sector de los vidrios, la aplicación de litio en forma de óxido de litio (Li_2O) funciona como un fluidizante y tiene un objetivo económico en la producción, ya que aplicado en la formulación de vidrios comerciales o especiales disminuye la viscosidad del compuesto y baja el punto de fusión de la mezcla entre un 5% y un 10%, lo que representa una disminución del costo energético para alcanzar las temperaturas requeridas.¹¹⁰

Por otro lado, en los cerámicos, el litio se utiliza también en forma de óxido de litio debido a que le confiere propiedades termo-mecánicas notables, en particular a las porcelanas, que le permiten soportar variaciones de temperatura de 800 a 1000°C sin producir deformaciones y las tensiones que en otra circunstancia fisuran el sólido.

Esto otorga a las porcelanas cualidades deseadas para la industria y la fabricación de productos para trabajar en calor (vajilla para hornos, placas disipadoras para anafes eléctricos, vidrios para hornos y estufas, etc.), así como recipientes y vasijas aptos para cambios de temperatura exigentes en uso doméstico (en particular el traslado directo de heladera o freezer a micro-ondas a alta temperatura).

5.1.3 Industria de Lubricantes y Grasas:

Otro uso importante del litio es en la industria de las grasas y lubricantes y abarca el 8 % del empleo mundial. En este sector los principales componentes que se aplican son estearato de litio y el hidroxí-estearato de litio, obtenidos por reacción química entre variedades de ácido esteárico e hidróxido de litio, de esta manera se consigue que las grasas sean más resistentes al agua y a la oxidación, además permite un buen desempeño a las altas temperaturas, ya que poseen un punto de fusión más alto y un bajo nivel de corrosión. Así

¹¹⁰ Comisión Chilena de Cobre. “Mercado internacional y potencial del Litio.” Subsecretaría de Minería. Santiago de Chile, diciembre de 2013. Disponible en: <http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/09/Mercado-Internacional-Potencial-del-Litio-en-salares-del-norte-de-chile.pdf>

mismo en los procesos de fabricación es normal agregar a la grasas aditivas seleccionados para mejorar las prestaciones, es decir baja dispersión, baja espuma, extrema presión, etc.

No obstante el uso del litio en grasas y lubricantes representa aproximadamente el 75% del mercado total de hidróxido de litio.¹¹¹

5.1.4 Industria del aluminio:

El litio en la actividad metalúrgica se utiliza principalmente en la producción de aluminio y abarca el 5% de la demanda mundial de este elemento. Se realiza en dos etapas: durante la electrólisis, algunos productores adicionan fluoruro de litio a la criolita (fluoruro de sodio), que es el electrolito principal y tiene por fin mejorar las características electroquímicas del solvente. (La mayoría de los productores la ha abandonado por su alto costo). En la segunda etapa, se utiliza litio en fase metálica como aleante del aluminio, para usos aeronáutico y espacial. El litio raramente supera proporciones de uso del 2.5% de la aleación y tiene efectos muy beneficiosos para las aplicaciones mencionadas: el agregado de un 1% de litio en aluminio reduce la densidad de la aleación en un 3%, aumenta su rigidez aproximadamente en un 6%, permite la formación de precipitados endurecedores, imparte una mayor resistencia a la fatiga, permite elevada resistencia a bajas temperaturas y mejora su resistencia a la corrosión¹¹².

5.1.5 Otros usos del litio:

El litio se utiliza además para muchas otras aplicaciones como ser en aires acondicionados, climatizadores, en la industria espacial y nuclear. Uno de los principales usos de este compuesto es en la industria farmacéutica, sobre todo para el área de la neurofarmacología. El derivado del litio se utiliza bajo la forma de bromuro de litio (LiBr) y tiene aplicación como sedante desde principios del siglo XX, aunque su aplicación fue desestimada cuando algunos pacientes con desórdenes cardiológicos presentaron problemas. El carbonato de litio y el cloruro de litio se utilizan en neurología, para tratar desórdenes bipolares¹¹³.

¹¹¹ ídem al 7.

¹¹² Joshi, A.; "The new generation Aluminium Lithium Alloys"; Indian Institute of Technology; Bombay; Metal Web News; 2008.

¹¹³ Sproule, B.; "Lithium in Bipolar Disorder"; Clinical Pharmacokinetics; Vol. 41; 2002.

5.2 Reciclado del litio

Otro aspecto a considerar en los próximos años es la factibilidad del reciclaje de las baterías y la reutilización del litio que se encuentra en ella. Esta posibilidad de reciclado depende de la composición química diseñada y desarrollada por cada fabricante de esta industria, por lo que algunos especialistas estiman que este proceso que influirá en el mercado del litio, a pesar de que hoy en día el volumen de litio reciclado es aún muy pequeño, estaría funcionando de manera adecuada a partir del año 2020.

De esta manera una vez finalizado el ciclo de vida de una batería, es decir cuando haya alcanzado el 80% de su capacidad original, recién es factible su recuperación para otro uso. En este sentido el impacto del reciclaje en la demanda de litio para baterías dependerá de los avances tecnológicos y de la eficiencia de la recuperación, ya que en las baterías de metal-acido su tasa de recuperación es cercana al 100%.

Así mismo, con una demanda de litio proyectada para el periodo 2010-2100 de 25,40 millones de toneladas métricas (MT), y suponiendo una tasa de recuperación del 90% y un crecimiento del PBI mundial promedio del 3%, se calcula que se podría alcanzar 12,65 millones de toneladas métricas de reciclado de litio.¹¹⁴

Por otro lado, en los países latinoamericanos aun no existen legislaciones respecto al reciclado de baterías de litio, lo cual aumenta el riesgo de daño ambiental ocasionado por el desecho de baterías usadas. Sin embargo, algunos países como Estados Unidos y Europa ya han fijado medidas regulatorias sobre el uso y reciclado de pilas y baterías de litio. En el caso de la Unión Europea ha ordenado medidas para que el 45% de las baterías de equipos portátiles puedan cumplir con un proceso de reciclado. Los datos registrados en el año 2006, mostraron que las baterías de litio-ion se reciclaron en Europa por un total de 547 toneladas.¹¹⁵

Por último, se considera relevante que tanto el Estado y las instituciones lleven a cabo la instrumentación de reglas y medidas para el reciclado de las baterías teniendo en cuenta su peligrosidad ambiental que puede generar su almacenamiento, transporte y desecho de las mismas.

¹¹⁴ Gruber, P. W.; P.A. Medina; G.A. Keoleian; S.E. Kesler; M.P. Everson & T.J. Wallington. 2011. Global Lithium Availability.

¹¹⁵ Bernárdes, A., Espinosa, D., Tenorio, J.; "Recycling of batteries: a review of current processes and technologies"; Journal of Power Sources; 2004

5.3 Estrategia de Industrialización para la Provincia de Salta y la región litífera del NOA

El siguiente apartado pretende presentar la estrategia de industrialización que se plantea para la provincia de Salta y el NOA a fin de posicionarlos en un lugar privilegiado. El objetivo principal de la misma es lograr que la provincia tenga como meta final no solo la explotación de litio, sino también desde la perspectiva de producir de manera sustentable buscando la forma eficiente de agregar valor en el lugar de origen; es decir se requiere que al litio extraído se le implementen todos los procesos industriales para lograr un producto terminado de mayor valor, para de esta manera poder abastecer tanto el mercado interno como externo.

Así la provincia de Salta y las demás provincias vecinas relegarían el rol de proveedoras de materia prima y pasarían a tener un papel como fabricantes y comercializadoras de productos terminados de los sectores demandantes.

Para poder llevar adelante esta necesidad de industrializar y lograr un proceso integral de este recurso, es fundamental una adecuada interacción entre los principales actores e instituciones. En este sentido entendemos a la interacción entre el Estado, las instituciones, la industria y principales inversores, y la investigación científica-tecnológica.

Por esto, es fundamental el rol del Estado en el incentivo, fomento y promoción tanto de la explotación como la industrialización del litio acompañado de una efectiva colaboración y participación de un sistema científico tecnológico. De esta manera lograr productos manufacturados derivados del litio implicaría fomentar un eficiente mecanismo entre el Estado, la empresa y la comunidad científica, a través de una política de vinculación tecnológica que lleve al desarrollo económico y social de la región

Finalmente, para poder llevar a cabo e implementar políticas públicas para un eficiente aprovechamiento del litio tanto en las etapas de explotación, producción e industrialización del recurso el rol del Estado y en conjunto con los demás sectores, debe ser el de diseñar una estrategia de intervención en las regiones productoras con un enfoque integral, teniendo en cuenta factores cruciales como la gestión sobre la disponibilidad de agua, los posibles impactos ambientales, los mecanismos de participación y desarrollo a largo plazo de las capacidades de las comunidades y actores locales, los costos de oportunidad del negocio y aprovechamiento de posibilidades que ofrece el mercado, así como generar espacios de

encuentro y diversificar los canales de comunicación para tratar los debates del litio y demás recursos de la provincia.

5.3.1 Propuesta de industrialización

Ante una demanda creciente de litio, los recursos naturales, económicos y humanos presentes en el noroeste argentino surgen como la ventaja comparativa que permitirá el crecimiento de la Nación tanto como productor de mineral como a nivel tecnológico. La posición de Argentina es estratégica en relación con los recursos y tecnología ligada al mineral.

El norte de Argentina (Salta, Jujuy y Catamarca), junto con Chile y Bolivia poseen el 80% de los recursos de litio cuantificados a nivel global; sin embargo Argentina posee legalmente el escenario más favorable para la inversión privada de la región. Esto posibilita la llegada de empresas mineras que en asociación con los principales consumidores de litio han potenciado la exploración y explotación del mineral. Estas iniciativas han ubicado a nuestro país como el cuarto productor mundial y el tercero en materia de recursos estimados del mineral.

Salta posee la mayor cantidad de salares respecto a las provincias de Jujuy y Catamarca, por lo tanto, presenta una de las principales reservas de litio de nuestro país, lo que simboliza una oportunidad económica y productiva para la provincia y exige la necesidad de desarrollar una política provincial o regional de industrialización.

La estrategia provincial o regional para la industrialización de este recurso debe ser encarada mediante un proceso de industrialización integral, completo y estratégico, con el desafío de generar para Salta y las provincias vecinas el desarrollo de productos con valor comercial competitivos creando las condiciones óptimas para el ingreso al mercado mundial del litio.

Para llevar a cabo el desarrollo de un plan de industrialización de litio en la región del NOA es necesario crear una Comisión Interprovincial que asuma el control y la dirección sobre la exploración, investigación, explotación, industrialización y comercialización de litio en la región. La creación de este organismo permitiría una fiscalización correcta y ordenada sobre los recursos de las provincias involucradas (Salta, Jujuy y Catamarca), la que en conjunto con las secretarías de minería de las mismas aunarían el desarrollo económico y social de la región.

Esta comisión asumiría el compromiso y responsabilidad de planificar, organizar, dirigir, gestionar activamente los recursos humanos, materiales y económicos para la realización efectiva del plan integral para el aprovechamiento del litio. La conducción del desarrollo industrial para la región a través de esta entidad agilizaría los trámites burocráticos interprovinciales y nacionales e impulsaría la sinergia entre el Estado y las empresas involucradas en esta actividad.

En base a lo expuesto y teniendo en cuenta un escenario promisorio para el crecimiento de toda la industria se propone un plan (correctamente diseñado por la comisión interprovincial) basado en etapas e ideado de la siguiente manera:

1) La primera etapa contempla la creación de un polo industrial minero en el cual se implemente el desarrollo de un complejo de plantas industriales destinadas a la producción de carbonato, cloruro y demás derivados del litio, la que debido a su carácter estratégico debe estar necesariamente creada por capitales extranjeros y del Estado con una abierta participación tanto de compañías transnacionales como a empresas nacionales, en la que el Estado actué como un organismo de control y administración.

2) La segunda etapa consta de la creación de fábricas que procesen los productos obtenidos de la extracción del mineral para desarrollar una cadena integral de valor agregado y proveer a los mercados demandantes, principalmente al rubro automotriz y electrónico (elaboración de baterías).

3) Creación de políticas regionales e internacionales para el comercio de productos industriales terminados, donde se planté la posibilidad de establecer alianzas comerciales con empresas privadas interesadas en la producción y en la compra de los bienes terminados. Estos acuerdos se realizarán con la participación conjunta de los Estados provinciales.

Los ejes para la ejecución del plan de industrialización integral comprenden los siguientes puntos:

- Desarrollo de tecnología adaptada:

Teniendo en cuenta que el potencial del litio no se limita solo a la extracción del mineral sino que se ha buscado su ampliación para abarcar toda la cadena de valor, ha sido crucial realizar un salto tecnológico para desarrollar métodos que sean más eficientes a la hora de recuperar el metal de las salmueras y su posterior tratamiento. Argentina no es ajena a esta situación ni desconoce la importancia del tema, es por esto que el Estado ha fomentado la

investigación y desarrollo (I+D) a partir de diferentes centros en los que encontramos al CONICET, universidades públicas y empresas nacionales dedicadas a la rama tecnológica (Y-Tec) como ejes principales en esta labor. Así la investigación e innovación tecnológica llevada a cabo por estos diferentes grupos ha permitido el avance y conocimiento en las distintas técnicas de extracción de este metal. Podemos mencionar al Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (Inquimae), de la Universidad de Buenos Aires bajo la dirección del Dr. Ernesto Calvo quien desarrolló un método de extracción de litio a través de electrólisis de sales el cual cuenta con la ventaja de ser rápido, utilizar poca energía y no requiere consumo de agua. El proceso terminaría con cloruro de litio grado batería, por el cual supondría generación de valor sobre el mineral.

En la Universidad Nacional de Cuyo, Mario Rodríguez creó un método de extracción de litio de espodumeno, lepidolita y petalita, en el cual solo se requiere la molienda de la roca, seguido por un tratamiento químico. Este método tiene como ventaja la disminución en costos de energía y el aprovechamiento del mineral, del cual se extraerían además otros minerales económicamente rentables.

Por otro lado, Y-Tec (rama tecnológica de la empresa YPF), CONICET y la Universidad de Jujuy fundaron el centro del desarrollo tecnológico “Gral. Manuel Savio” el cual tiene como finalidad generar la investigación y desarrollo para la fabricación de baterías de litio con tecnología propia.

Es importante conocer que el país y la región cuentan con estos avances científicos-tecnológicos ya que el desarrollo de tecnología es una de las primeras condiciones para encarar un proceso industrial completo y competitivo, teniendo en cuenta además que cada salmuera tiene distintas características físico-química que requieren procesos específicos para su tratamiento en sus distintos niveles.

De esta manera el avance en estudios de investigación, desarrollo e innovación tecnológica permiten dimensionar el potencial aporte de los recursos del litio e identificar oportunidades y posibilidades para agregar valor. Por lo tanto las provincias deberán generar políticas e instrumentos que den impulso a la investigación, apoyen el desarrollo tecnológico, la creación de capacidades y fomenten la cooperación internacional de manera que sustenten el plan integral de industrialización del litio, entendiendo que aporta al desarrollo económico, industrial y tecnológico de la región en forma sustentable. Para llevar a cabo lo planteado se debe:

- Consolidar grupos de investigadores especializados, (científicos, ingenieros técnicos, entre otros)
- Crear y reforzar laboratorios especializados en sales y salmueras que contengan todas las herramientas de trabajo necesarias para llevar a cabo dichas tareas, además que sirva para la investigación de los diversos procesos posible de ser aplicados con este recurso.
- Desarrollar un completo plan de perforaciones y bombeo de salmueras, a fin de conocer la distribución de este recurso en todo el ámbito geográfico de la puna y poder cuantificar reservas en todos los salares.
- Innovar en procesos tecnológicos que permitan obtener carbonato de litio y otros derivados con buenos rendimientos
- Elaborar procesos que permitan transformar la materia prima obtenida en productos acabados de primer nivel que permitan su comercialización directa.
- Mayor consolidación en la articulación, coordinación y trabajo en conjunto con las distintas instituciones, grupos de trabajo y equipos que desde algunos años desarrollan proyectos y actividades relacionadas con investigación, desarrollo, innovación y producción en la cadena de valor del litio. (Ministerio de Industria, Secretaria de Minería de la provincia, Universidad Nacional de Salta, Mesa Tripartita del Litio).

- Implementación de planta piloto y posterior creación de una planta industrial de baterías de litio a través de alianzas estratégicas:

La iniciativa de agregar valor a los recursos naturales requiere de la creación de una fábrica de baterías de litio (producto disparador del crecimiento de la demanda de litio), lo que conjugando diferentes factores y organismos sumado al potencial geológico, aúna el desarrollo local y determina una factibilidad inmejorable para que pase de ser una utopía a realidad.

Dicha iniciativa generará acuerdos de entendimientos base entre las distintas compañías nacionales e internacionales con el objetivo de establecer un modelo financiero y planes de negocios que permitan la instalación de plantas industriales tanto para la obtención de la materia prima de primer nivel como la fabricación de productos terminados a través de Joint Ventures y algunas UTE (Unidades Transitorias de Empresas).

Un paso previo a esta producción industrial es la instalación de plantas pilotos, donde se realiza una investigación de la viabilidad operacional de los procesos, la tecnología escogida es puesta a prueba, se efectúan simulaciones para identificar componentes críticos, se ejecuta el diseño y dimensionamiento de los equipos y se controla el proceso productivo para realizar los ajustes necesarios a fin de permitir la instalación de la planta comercial de alta tecnología. Todos estos pasos son insoslayables para producir a escala piloto, optimizar la calidad de los productos en cuanto a recuperación y pureza, evaluar y cuantificar los posibles impactos ambientales para elaborar alternativas de prevención y mitigación, cumplimentar con requisitos ambientales y formar personal calificado.

Una vez comprobada la viabilidad del funcionamiento e instalación de la planta piloto, se elabora el diseño final con toda la infraestructura y equipamiento necesario para la construcción de un complejo para la producción y fabricación industrial de las baterías de Litio.

Sin embargo, lo primordial para esta fase o etapa es contar con la tecnología de punta y apertura de mercado para la producción y fabricación industrial de materiales o componentes del litio como así también productos terminados como ser las baterías de ion litio de origen nacional.

De esta manera, se plantea la necesidad de contar con recurso humano especializado y generar alianzas comerciales con empresas transnacionales que nos brinden la transferencia de tecnología y que cuenten con presencia en los mercados.

Cabe agregar que la puna cuenta con condiciones de infraestructura mínima necesarias que permitirán el desarrollo de lo planteado.

5.4 Conclusión parcial:

Como conclusión parcial de este último capítulo, cabe señalar que el Carbonato de Litio y el Cloruro de Litio se obtienen a partir del concentrado del litio y de la salmuera, a su vez ambos compuestos forman la materia prima para producir otros compuestos y químicos especiales de litio, que sirven como aplicación tanto para los mercados técnicos como químicos. Cabe aclarar, que el cloruro de litio es un producto primario cuando se extrae directamente de la salmuera, y un sub-producto cuando es elaborado a partir del Carbonato o Hidróxido de litio.

También, se puede demostrar que el litio y sus compuestos poseen diversos usos, es decir se utilizan como materia base en diferentes procesos y aplicaciones técnicas, químicas o tecnológicas. Entre sus principales aplicaciones tenemos: la industria de las baterías, en la cual se aprovecha el alto potencial electroquímico del litio; grasas y lubricantes ya que permite su resistencia al agua, la oxidación, las altas temperaturas y mejora la estabilidad mecánica; en aleaciones junto a aluminio y cobre para aliviar los componentes estructurales en la industria aeronáutica. Por otra parte, varios compuestos de litio además son utilizados para otras aplicaciones técnicas como ser la industria del vidrio y la cerámica, donde beneficia el proceso de fundición de los materiales y mejora la durabilidad del producto.

A su vez los emprendimientos mineros que durante los últimos años se llevan a cabo en la provincia de Salta no contemplan un plan integral o proyectos de industrialización local del litio que permitan un avance y un mayor agregado de valor a la cadena productiva de este metal, sino más bien las compañías participantes trasladan los productos primarios a los principales polos productivos donde tiene lugar el procesamiento industrial. Si bien el Estado implementa iniciativas de intentar desarrollar toda la cadena productiva de este mineral, las pautas claves para cumplir o ejecutar una adecuada estrategia de industrialización local dependerá tanto del accionar de las empresas que puedan interesarse en la fabricación de productos derivados del litio, la disponibilidad de proveedores, la infraestructura industrial y el desarrollo tecnológico y científico que puedan implementarse.

Finalmente será de suma importancia que la provincia deje de ser solo exportador de materia prima y carbonato de litio y tenga como meta principal destinar recursos a la innovación y al desarrollo tecnológico con la participación de las instituciones, universidades y centros de investigación científica para la puesta en marcha de generar el máximo valor agregado en la industria del litio, desde la extracción en las salinas hasta la fabricación de productos terminados, de esta manera brindará a la provincia de Salta la oportunidad de un crecimiento regional y desarrollo económico.

Capítulo N°6 Estrategia de comercialización internacional

para las empresas productoras de litio

de la provincia de Salta

Luego de haber presentado en el capítulo N°5 una propuesta de industrialización para la provincia de Salta, consideramos de suma importancia proponer una estrategia comercialización sobre todo enfocadas al mercado internacional, ya que actualmente los compuestos o derivados de litio se exportan en su totalidad a los países que llevan adelante el desarrollo industrial de los productos de litio.

El objetivo central de esta propuesta es plantear lineamientos estratégicos para las empresas productoras de litio que les permita un crecimiento comercial y una mayor inserción internacional en los principales mercados que demanda este metal. A su vez estas estrategias se desarrollaron sobre la base de un análisis que se trabajó a lo largo de esta investigación, considerando la oferta, la demanda, las reservas, tecnologías disponibles, tipos de productos, así como los principales productores y clientes a nivel mundial.

Según el autor Philip Kotler la planificación comercial se define como un proceso que integra los principales objetivos y recursos de las compañías teniendo en cuenta las cambiantes oportunidades del mercado, con el fin de modelar y reestructurar las áreas de negocio y productos de la compañía de manera que den beneficios y crecimiento satisfactorios.¹¹⁶

1) Estrategia competitiva

Esta estrategia tiene como objetivo asegurar a la empresa una ventaja competitiva sostenible y duradera, frente a las fuerzas competitivas de un mercado. Michael Porter plantea estrategias genéricas definiendo a la estrategia competitiva “como emprender acciones ofensivas o defensivas para crear una posición defendible en un sector industrial, para enfrentarse con éxito a las cinco fuerzas competitivas y obtener así un rendimiento superior sobre la inversión para la empresa”.¹¹⁷

¹¹⁶ Kotler P., y Armstrong, G. Introducción al Marketing. 10.ª ed., Madrid. Año 2004. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/49394/s74.pdf>

¹¹⁷ Porter Michael. “Estrategia Competitivas genéricas”. Disponible en: http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est_comp/cap2-est.pdf

Esta teoría se basa en tres estrategias genéricas que pretenden desarrollar diferencias entre la posición competitiva de las empresas salteñas y la de sus competidoras. Sin embargo es importante destacar que la industria ya sea de las baterías, autos eléctricos, cerámica o cualquier otra generarán valor cuando el mercado productor de litio consiga emplear sus ventajas competitivas. Por lo tanto, esta propuesta tiene dos líneas paralelas, continuar con un liderazgo en costos para las actividades productivas centralizadas y una diversificación de las características de los productos de litio.

a) Estrategia de liderazgo en costos en el proceso productivo:

Esta suele ser la más común dentro de la actividad minera en general y trata en el desarrollo de un conjunto de tareas integradas que pretenden producir compuestos o productos de litio con características adecuadas para los diferentes clientes al menor costo posible.¹¹⁸

Podemos decir que esta fue la principal estrategia utilizada por la empresa FMC Lithium cuando ingreso al mercado mundial del litio, ya que contaba con un yacimiento de excelentes características mineralógicas, un diseño apropiado de los procesos productivos, una correcta política de precios para lograr participación en el mercado y liderazgo, de tal manera que esto le generó altos beneficios que pueden reinvertirse en nuevos equipos e instalaciones, desarrollar innovaciones en los productos, además de la implementación de modelos de negocios de integración hacia adelante en la línea productiva que les permite comercializar productos derivados de litio que generan importantes ganancias.¹¹⁹ Sin embargo es fundamental no concentrarse demasiado en reducir costos a expensas de los niveles competitivos de diferenciación, ya que podría traer ventajas negativas en el futuro si los clientes cambian los requerimientos respecto a la materia prima.

b) Estrategia de diferenciación de las características de los productos

Esta propuesta consiste en desarrollar y producir productos derivados de litio, como el carbonato de litio, cloruro de litio e hidróxido de litio con características diferentes, particularmente esto hace referencia al desarrollo de diversas granulometrías, volúmenes y concentraciones de acuerdo a los requerimientos específicos de los clientes que pueden exigir los procesos productivos que ellos llevan adelante. A su vez es importante destacar diferentes

¹¹⁸ Porter Michael. “Estrategia Competitivas genéricas”. Disponible en: http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est_comp/cap2-est.pdf

¹¹⁹ FMC Corporation. Annual Reports. Disponible en: http://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/f/NYSE_FMC_2016.pdf

elementos o características intrínsecas de los productos como ser calidad, diseño, tecnología e innovación y así diferenciar sus productos de la competencia.

Con esta estrategia las compañías mineras logran lealtad ante los clientes, como también aislarse ante la posibilidad de nuevos competidores, una menor sensibilidad al aumento de los precios y la probabilidad de que los usuarios cambien a productos sustitutos con características diferentes pero que otorgan la misma función.

Por otro lado, no es necesario que a las empresas destinen una gran cantidad de recursos a un departamento de investigación y desarrollo, si no que el objetivo es trabajar en conjunto con los clientes para generar alianzas estratégicas para dicho fines, esto también impediría una queja de los clientes por la diferencia de precios entre el carbonato de litio especial y la del producto primario ya que este producto surgiría de una producción en conjunto entre los compradores y los productores.

c) La combinación de ambas estrategias, hace referencia a que los esfuerzos de las áreas comerciales deben atraer nuevos clientes y generar alianzas estratégicas logrando tener los beneficios o ventajas planteadas en los anteriores ítems.

2) Estrategias según el ciclo de vida del producto-mercado

El ciclo de vida del producto-mercado también denominada como matriz de crecimiento o participación, se utiliza para llevar a cabo un análisis de la cartera de negocios, así como conocer la posición de un negocio o un producto dentro del mercado. Este ciclo además ayuda a tomar decisiones acerca de invertir o retirar la inversión e incluso abandonar el mercado. A su vez permite clasificar los productos según la tasa de crecimiento del mercado y la participación o cuota de mercado que se utiliza como indicador de la competitividad apropiada.¹²⁰

-Productos-mercados líderes: esta acción hace referencia a los productos mercados que han experimentado un rápido crecimiento, lo cual requiere de importantes medios financiero para mantener ese aumento y generar lazos comerciales con los clientes. Los objetivos irán dirigidos a proteger la posesión de la cuota de mercado de las empresas salteñas, mediante la reinversión de los beneficios en forma de reducción de precios, mejoras de la calidad del producto, incremento de la cobertura del mercado o énfasis en las políticas de comunicación.

¹²⁰ Kotler, Philip. El Marketing según Kotler., Para Ganar y Conquistar los Mercados. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9447/tesis547.pdf;sequence=1>

Por lo tanto el sector de las baterías forman parte de esta categoría ya que en los últimos años este mercado tuvo un considerable aumento de la demanda de litio desplazando al sector del vidrio y cerámica, que como se pudo observar en el capítulo N°5 paso de tener una participación de la demanda total de litio del 20% en el año 2012 al 40% registrado en el año 2016.¹²¹ Sumado a esto el potencial de desarrollo que tiene esta industria debido al uso de las baterías de litio en otros productos como los automóviles, aparatos electrónicos, etc.

-Productos-mercados maduros: productos cuyo mercado se encuentra en un estado maduro o en débil crecimiento como el rubro de las cerámicas y vidrio que históricamente han representado la mayor proporción de la demanda de litio y que pese a su retroceso cuenta a un con numerosos clientes en Estados Unidos y Europa. El objetivo estratégico debe enfocarse en mantener su dominio del mercado, incluyendo las inversiones en tecnología necesaria para sostener su liderazgo y reforzar los lazos con los actuales clientes, pero no desembolsar grandes gastos ni recursos para buscar potenciales clientes.

-Productos-mercados emergentes: trata de aquellos productos con una débil cuota de mercado, pero con expansión rápida como el caso de los productos farmacéuticos y polímeros, los cuales exigen fondos para desarrollar propuestas comerciales para captar nuevos clientes y desarrollar alianzas estratégicas con químicas multinacionales para entender las nuevas especificaciones o formatos que requieran sus insumos de productos de litio.

-Productos-mercados en declive: trata aquellos productos cuya cuota de mercado es débil, tiende a decrecer, por lo que en esta etapa de inestabilidad se trata de frenar la caída de las ventas y los beneficios incrementando la eficiencia de la empresa y revirtiendo la situación economía-financiera. Esta categoría está ligada al mercado del aluminio ya que en los últimos años ha representado una proporción menor en cuanto a la demanda de litio para esta industria. Por lo tanto se aconseja a las empresas productoras de litio la eliminación de algunos activos o el empleo de los recursos asignados para este mercado que podrían ser invertidos más adecuadamente en otras actividades.

3) Estrategias de Crecimiento

¹²¹ Informe Especial: Situación actual y perspectivas. Mercado de Litio. Ministerio de Energía y Minería, Marzo 2017. Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/marzo_2017_-_informe_especial_litio.pdf

Según Philip Kotler las estrategias de crecimiento buscan expandir las actividades que desarrolla una empresa o desempeñarse en las mismas y a su vez pueden cambiar de negocio o incorporar uno nuevo.¹²² Para este autor existen tres tipos de estrategias de crecimiento:

- Estrategia de penetración de mercado: Busca un aumento en la participación en el mercado, con los productos actuales para los mercados actuales.

- Estrategia de desarrollo del mercado: Esta trata de incrementar la participación en el mercado con productos actuales en mercados nuevos.

- Estrategia de desarrollo del producto: Propone incrementar la participación en el mercado con productos nuevos en mercados actuales.

a) Estrategia de Integración horizontal: Estrategia mediante la cual una empresa compra o adquiere todo el capital o un interés mayoritario de las acciones de sus competidores, con el fin de que la adquirida sea una subsidiaria dentro de su cartera de negocios.¹²³ Por lo tanto la compañía resultante no solo aumentara su capacidad productiva, sino que tendrá acceso privilegiado a los yacimientos de litio, aumentara su fuerza de mercado pudiendo cobrar precios superiores a los de la competencia, desarrollo de economías de escalas y sinergias productivas con las instalaciones de la empresa adquirida. Esta propuesta de integración también conviene para aquellos competidores que tienen faltas de experiencias administrativas o requieren de determinados recursos que la otra empresa si tiene.

A continuación, presentamos algunos ejemplos:

- Enirgi Group (operadora del Salar del Rincón) a través de su subsidiaria ADY Resources Limited, en conjunto construyen una planta productora de carbonato de litio e hidróxido de litio en el Salar del Rincón, proyecto el cual se estima que estará en marcha a principios del año 2019.¹²⁴

- La firma Argentina Minera del Altiplano S.A. es subsidiaria de la empresa estadounidense FMC Corporation, en conjunto se dedican a la explotación y producción de derivados de litio, principalmente en la provincia de Salta donde producen cloruro de litio en la planta propiedad de la Minera del Altiplano ubicada en la ciudad de Güemes.

¹²² Kloter y Armstrong “Fundamentos de Marketing”. Octava edición 2007. Disponible en: <http://www.delfabro.cl/Kotler%20Y%20Armstrong%20-%20Fundamentos%20De%20Marketing.pdf>

¹²³ Universidad del Bío Bío, Facultad de Ciencias Empresariales. “Análisis de las Estrategias Corporativas” Año 2015, Chile. Disponible en: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/813/1/Agurto%20Flores%2C%20Juan%20Domingo.pdf>

¹²⁴ “Los principales proyectos de litio en Argentina”. Disponible en: <http://www.latinomineria.com/2017/06/30/los-principales-proyectos-litio-argentina/#>

-ERAMET es una compañía con sede en París es la mayor productora de magnesio y níquel a nivel mundial. En Argentina la firma subsidiaria ERAMINE Sudamérica comenzó a operar en el año 2010 y llevan adelante el proyecto de litio en la puna salteña llamado Centenario-Ratones, la cual iniciaran la construcción de una planta productora de derivados de litio para empezar a producir en el año 2020 y que proyectan exportar u\$190.000.000 millones de dólares.¹²⁵

b) Estrategia de penetración en el mercado de las baterías:

A lo largo de esta investigación se pudo demostrar el crecimiento de la demanda en el mercado de las baterías de litio, donde además las proyecciones y perspectivas son muy interesantes y plantean la necesidad de desarrollar acciones y esfuerzos en post de lograr una buena participación del mercado.

Con esta Perspectiva el objetivo de las empresas salteñas deben concentrarse en capturar una gran porción de este mercado, a través de la generación de alianzas estratégicas con las empresas fabricante de baterías como ser Panasonic y Sanyo ambas con una participación 41% del mercado, sobre todo con aquellas compañías instaladas en China ya que proyectan ser las más atractivas del mercado.¹²⁶ A su vez se platea que las empresas mineras de litio de la provincia propongan la creación de una plataforma de negocios con estas empresas, desarrollando productos de acuerdo a sus necesidades e instalar oficinas comerciales en los principales polos productivos del país asiático.

c) Desarrollo de nuevos productos y asociaciones con compañías químicas:

Este punto hace hincapié en una estrategia de cooperación o una integración vertical. La estrategia de integración vertical es utilizada generalmente por empresas que buscan aumentar el control que tienen sobre los clientes, convirtiéndose en su propio proveedor o cliente realizando actividades que antes eran cubiertas con operaciones de mercado.¹²⁷

Podemos decir que son acuerdos de negocios que darán lugar a las empresas salteñas de productoras de litio compartir destrezas y recursos, complementando sus operaciones en la

¹²⁵ El cronista. “Otra mega apuesta al litio la francesa Eramet invierte us 380 millones en Salta” <https://www.cronista.com/negocios/Otra-mega-apuesta-al-litio-la-francesa-Eramet-invierte-us-380-millones-en-Salta-20180316-0014.html>

¹²⁶ Universidad de Chile. “Plan de negocio para la manufactura de baterías de litio en Chile”. Año 2017, Disponible en: <file:///C:/Users/paula/Downloads/Plan-de-negocios-para-la-manufactura-de-baterias-de-Litio-en-Chile.pdf>

¹²⁷ Universidad del Bío Bío, Facultad de Ciencias Empresariales. “Análisis de las Estrategias Corporativas” Año 2015, Chile. Disponible en: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/813/1/Agurto%20Flores%2C%20Juan%20Domingo.pdf>

fabricación de productos a partir de litio como polímeros y fármacos. De esta manera las compañías salteñas aportarían su know how en el desarrollo de derivados de litio a un precio competitivo, con características específicas requeridas por sus clientes para la elaboración de productos químicos. Esto también significa compartir tanto los riesgos como los beneficios, además de asegurar la venta de un gran parte de la producción de litio.

4) Estrategia de diversificación internacional

La diversificación supone para las empresas el desarrollo de nuevos productos para los mercados en los que ya opera o la comercialización de los productos actuales en nuevos mercados, con el fin de responder a los cambios del entorno y repartir los riesgos entre distintos tipos de negocios.¹²⁸ Además le permitirá a las empresas reforzar su competitividad, al generar economías de alcances por ejemplo con la estrategia de adquisición mencionada anteriormente y compartir actividades.

De esta manera para mejorar la inserción externa de las empresas productoras de litio de Salta se debe trabajar en desarrollar estrategias de inserción internacional que sirva de guía tanto para el sector público en la implementación de políticas y al sector privado en la orientación de sus actividades. Por lo tanto, la provincia y las empresas deberían apuntar a diversificar su canasta exportadora de los derivados de litio, a mejorar el contenido tecnológico y la complejidad de los productos exportados.

Según el autor Hausman señala que la transformación estructural juega un papel fundamental para inducir el crecimiento y desarrollo económico, esto implica generar una estructura productiva que sea compleja y competitiva. Es decir que los países que exportan bienes asociados con mayores niveles de productividad crecen a mayores tasas que aquellos que exportan productos asociados a menores niveles de productividad.¹²⁹ La productividad o dosificación de la canasta de exportación de un sector favorece al nivel de crecimiento futuro y la penetración de nuevos mercados, esto hace referencia a que las economías crecen a medida que mejoran los bienes que producen y exportan.

¹²⁸ Philip Kotler y Armstrong “Fundamentos de Marketing”. Octava edición 2007. Disponible en: <http://www.delfabro.cl/Kotler%20Y%20Armstrong%20-%20Fundamentos%20De%20Marketing.pdf>

¹²⁹ Universidad del Bío Bío, Facultad de Ciencias Empresariales. “Análisis de las Estrategias Corporativas” Año 2015, Chile. Disponible en: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/813/1/Agurto%20Flores%2C%20Juan%20Domingo.pdf>

5) Estrategia de innovación

La competitividad de la economía mundial actual ha generado que la innovación no sea una opción para las empresas que compiten en mercado global, si no que se trata de una obligación para toda empresa que pretende crecer y ser rentable en el tiempo. A lo largo de los años la innovación ha demostrado tener una fuerte influencia con relación al desempeño de una empresa e induce a aumentar sus actividades de exportación, de esta manera muchas empresas tienden a seguir una estrategia de internacionalización utilizando diferentes sistemas de innovación y participan activamente con programas de colaboración extranjera.¹³⁰

Por esta razón la innovación puede sentar la solidez de una empresa y facilitar su entrada en el mercado exportador. Las principales ventajas residen en la capacidad para conseguir, asimilar y aplicar nuevas informaciones sobre la evolución de un mercado, como la demanda, las necesidades y problemas de los clientes la oferta de los competidores y las tecnologías de suministro.

Ventajas de la innovación en la capacidad para exportar:

- Permite un mayor aprovechamiento de los recursos
- Atender con mayor eficacia la demanda de los clientes
- Aumento de la competitividad
- Mayor virtud operacional, esto puede permitir ayudar a reducir los costos de producción y aumentar las utilidades.
- Mejora de la imagen en el mercado, permite consolidar la reputación de la empresa que puede generar a ser considerada como líder en el mercado.

Por lo tanto mejorar la actividad innovadora implica que la innovación debe ser una estrategia fundamental que se realice de forma estructurada, organizada y sistemática dentro de toda organización empresarial para que incida de manera efectiva en el incremento de las capacidades competitivas y no como un intento que solo llega a tener impacto en el corto plazo. De hecho se sugiere que esta estrategia se coloque en el centro de la planificación del negocio, desarrollando en torno a ella los planes de inversión, de producción, de finanzas, adquisiciones, ventas, administración en general y recurso humano.¹³¹

¹³⁰ Universidad Autónoma de Barcelona. “Innovación e internacionalización exportadoras en las pymes industriales catalanas”. Año 2016. Disponible en:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/402222/jpj1de1.pdf?sequence=1>

¹³¹ Ídem

6) Estrategia de promoción de exportación

En primer lugar, es importante destacar que tanto la comunicación o promoción es una de las últimas acciones que las empresas deben programar para determinar su estrategia comercial y que tienen como objeto informar acerca de la existencia del producto dando a conocer sus características, ventajas y necesidades que satisface.¹³²

Con respecto a la promoción de exportación es un instrumento que favorece a potenciar las ventas externas de la empresa, en este sentido es clave el acompañamiento de las instituciones públicas como la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional (AAICI) y las representaciones argentinas en el exterior. En este contexto, las instituciones contribuyen a generar las condiciones para que el conjunto de las empresas pueda internacionalizar su producción, brindando instrumentos que van desde la promoción de exportaciones hasta su financiamiento o un esquema de reintegros que incentive las ventas externas de los productos.¹³³

Por esta razón consideramos necesario el trabajo en conjunto entre las empresas productoras de litio de la provincia de Salta, las instituciones y el Estado provincial para el desarrollo de una agencia de promoción de exportación abocada a la producción de litio que tenga como objetivo proveer información legal, impositiva, económica, general de los países o mercados; realizar estudios e investigaciones de mercado, tanto generales como específicas a las necesidades de la potencial empresa exportadora, búsqueda de potenciales socios comerciales y en la representación o promoción de las empresas en el extranjero, organización de misiones comerciales y misiones inversas, participación en ferias internacionales apoyo en la comercialización y publicidad en el extranjero, asistencia en cuanto a los requerimientos de acceso a los diversos países y mercados, programas de capacitación y formación en temáticas relacionadas al acceso a los mercados del exterior, entre otros instrumentos.

Finalmente, luego de haber analizado y conocer con profundidad el mercado de litio a lo largo de esta investigación consideramos que la provincia de Salta cuenta con grandes oportunidades tanto productivas como comerciales sobre este producto siempre y cuando se

¹³²Philip Kotler y Armstrong “Fundamentos de Marketing”. Octava edición 2007. Disponible en: <http://www.delfabro.cl/Kotler%20Y%20Armstrong%20-%20Fundamentos%20De%20Marketing.pdf>

¹³³ Ministerio de Producción de la Nación. “Política comercial, inserción internacional y desarrollo productivo”. Comisión Nacional de Comercio Exterior. Disponible en: file:///C:/Users/paula/Desktop/TESIS%20FINAL/CAPITULOS%20FINALES/correccion/com_inv_insercion_y_desarrollo_06_010618.pdf

planeo como objetivo principal convertirnos en jugador estratégico dentro de este mercado para evitar que tanto Argentina como la provincia eviten dentro de la cadena productiva de este metal ser un enclave extractivo-exportador, es decir encuadrarse en un patrón de comercio tradicional, es en donde las economías en vías de desarrollo proveen materia primas a las economías más avanzadas, teniendo en cuenta además que la industria del litio presenta la posibilidad de salir de este modelo y reubicarnos en otro rol exportador que nos permita ganar terrenos en los mercados con valor agregado.

Por lo tanto la estrategia exportadora que planteamos para la provincia debe estar basada en la elaboración de herramientas encaminadas a fomentar la competitividad y el desarrollo del sector exportador del litio, esto exige el desafío de observar integralmente toda la cadena del litio desde las etapas de trabajo con la materia prima como en las de procesamiento y elaboración de productos y subproductos, de manera tal que la provincia que actualmente produce cloruro de litio y en menor medida carbonato pueda contar con la posibilidad de ofrecer como primera instancia a los mercados una cartera de compuestos y derivados de litio más amplia. Ante esto es necesario fortalecer una estructura institucional que integre actores, técnicos y recurso especializado como así también integrar estrategias centradas en investigación y desarrollo y de comercialización fundamentalmente en estos momentos de inserción del mercado internacional.

Conclusión final

Como primera conclusión de esta investigación llevada a cabo, se puede decir que el litio es un mineral explotado económicamente y que ha tomado una gran relevancia en los últimos treinta años, usado y aplicado por diversas industrias debido fundamentalmente a las características físico-química que presenta este metal. Originalmente su uso tenía aplicación en la industria del vidrio, la cerámica, lubricantes y grasas, seguido por la industria de las baterías, utilizadas principalmente en los aparatos electrónicos y que gracias a estos desarrollos potenciaron el incremento de la producción de litio a partir de la década 1970. Además, a principio del año 1990 tuvo lugar una revolución tecnológica por el desarrollo de las baterías ion-litio que dio inicio a la evolución de los vehículos eléctricos.

Por lo que el llamado boom del litio resultará significativo desde el punto de vista tecnológico, social, ambiental y sobre todo económico para nuestra región, ya que estas reservas además de ser abundante cuentan con ventajas de localización y factores químicos-geológicos que representan un beneficio para su exploración y explotación. En este aspecto, el noroeste de Argentina junto a los países limítrofe Chile y Bolivia contienen en sus salares importantes reservas de litio, lo cual se estima que en conjunto estos tres países registran cerca del 80% de las reservas globales contenidas en salmueras subterráneas; lo que llevo a algunos de estos países a declarar este mineral como estratégico.

Argentina, al ser uno de los principales países productores y exportadores de minerales a nivel mundial, ya que cuenta con reservas de recursos metalíferos y no metalíferos y que posee actualmente el 8% de las reservas mundiales de litio, nuestra legislación minera está basada en la Ley de Inversiones Mineras la cual otorga importantes beneficios y ventajas a las empresas sectoriales y donde la explotación del litio esta legislada por las misma regulaciones que el resto de los minerales, además que este metal cuenta con una condición no estratégica y concesionable, permite que estos factores conviertan al país en un destino elegido por las compañías y por sobre todo por su régimen impositivo que recae sobre la actividad minera.

En efecto y pese a todas las ventajas geológicas que cuenta la región para la explotación de este mineral se pudo concluir que va a tener un rol importante las políticas y las regulaciones que cada País genere y ponga en marcha para poder aprovechar los beneficios en cuanto al desarrollo económico y social que otorga esta actividad, de manera que sería clave proponer como desafío en conjunto la creación de una política entre Argentina, Chile y Bolivia con el

objetivo de que este recurso estratégico permita el desarrollo e integración regional entre estos países con la idea de maximizar la oportunidades de la explotación, producción y comercialización de manera coordinada y conjunta y así evitar convertirse dentro de la economía mundial como un simple región extractor-exportador.

En base a lo analizado en los datos y documentos recopilados y a la lectura de archivos y libros para poder llevar adelante el desarrollo de la investigación, se pudo concluir que se ha cumplido con los objetivos planteados en el diseño de tesis. Ya que se pudo identificar que el Noroeste argentino contienen una importante reserva de litio y presenta condiciones excepcionales para el desarrollo de esta actividad. La producción actual se concentra en la provincia de Catamarca a través del primer proyecto de explotación de litio ubicado en el Salar del Hombre Muerto en el límite con la provincia de Salta y luego con la incorporación de Sales de Jujuy S.A en el Salar de Olaroz.

Con respecto a la provincia de Salta se proyecta un verdadero auge de la minería de litio, donde se registran más de catorce proyectos de exploración y plantas pilotos ya existentes. Además, el territorio de nuestra provincia brinda una enorme oportunidad de inversión y desarrollo productivo, económico y social donde se destaca puntualmente la actividad minera ya que contiene alrededor de 19 salares aptos para la explotación de litio. Por otro lado, cabe destacar que Salta es una provincia con historia minera, pues posee importantes yacimientos ubicados en la puna salteña de donde se extrae minerales de boro y se producen diversos derivados desde fines del siglo XIX.

Cabe destacar a su vez que desde el estado provincial la actividad minera esta fiscalizada por el juzgado de mina, es decir las áreas explotables se entregan en concesión y en conjunto con la Secretaria de Minería brindan apoyo y actúan como regulador de las actividades operativas, ambientales y sociales de la actividad. Todo ello sumado a que la provincia apoya a los proyectos mineros y coordina los planes de Responsabilidad Social Empresarial, para ser más efectivo en la comunicación y vinculación con las comunidades cercanas. Por lo que el estado provincial a diferencia con otras actividades productivas tiene el rol de garantizar las condiciones necesarias para que los inversionistas encuentren en Salta oportunidades de crecimiento que beneficie tanto a las compañías como a las comunidades locales.

Finalmente se logró cumplimentar con el objetivo especial de esta investigación, que radica en determinar las perspectivas de exportación de litio de la provincia de Salta, ya que se pudo demostrar que tanto el Noroeste argentino como nuestra provincia poseen un gran

potencial de explotación de litio por sus condiciones geográficas-climáticas que hacen que sus salares presenten excelentes proporciones de litio, con la ventaja además de obtener este mineral en base a salmueras, proceso el cual es rápido y tiene menores costos de exploración, inversión y operativo.

Y por último, sería importante que el estado provincial desarrolle en conjunto con las instituciones y organizamos políticas tendientes a inducir a las empresas que explotan y producen litio para que realicen inversiones de industrialización y de esta manera lograr generar el máximo valor agregado en la industria de litio que permita a la provincia obtener mayores oportunidades de crecimiento regional y económico.

7. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y PUBLICACIONES OFICIALES:

- Alonso, R.N., 2006. Ambientes Evaporíticos Continentales de Argentina. En: Temas de la Geología Argentina I. Serie Correlación Geológica, 21 (2): 155-170. INSUGEO.
- Baylis, R. 2013. Evaluating and forecasting the lithium market from a value perspective. 30th January 2013. 5th Lithium Supply
- Bernárdes, A., Espinosa, D., Tenorio, J.; “Recycling of batteries: a review of current processes and technologies”; Journal of Power Sources; 2004
- De la Hoz, Gonzalo Mauro; Martinez, Verónica Rocío; Vedia, Jose Luis; El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares; Instituto de Bio y Geociencias del NOA; Temas de Biología y Geología del NOA; 3; 3; 12-2013; 58-67
- Gruber, P. W.; P.A. Medina; G.A. Keoleian; S.E. Kesler; M.P. Everson & T.J. Wallington. 2011. Global Lithium Availability.
- Isola, Ana Graciela y Palavecino, Federico (1997) “Las Regalías Mineras”. Buenos Aires. Editorial Universidad de Buenos Aires.
- Lagos, G.; “El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012”; Centro de Minería; Pontifica Universidad Católica de Chile; Agosto; 2012.
- Minería de Salta, año 2007. Gobierno de la provincia de Salta. Ministerio de la producción y el empleo. Secretaria de Minería y recursos energéticos. 282 pág.

BIBLIOGRAFÍA ONLINES

- ABC del Litio. “El litio en Argentina”. Disponible en: <http://programasocioambiental.blog.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/4/2016/04/abc-litio.pdf>
- Asamblea Constituyente de Bolivia. “Nueva Constitución Del Estado”. Octubre 2008. ba.georgetown.edu/Constitutions/Bolivia/constitucion2009.pdf
- Alonso, R.N., 2013. “El Litio de la Puna”. Diario El Tribuno. 23 de junio de 2013, Salta. Disponible en: <https://www.tribuno.com/salta/nota/2013-6-23-20-25-0-el-litio-de-la-puna>
- Andrés Fernández Díaz. “Las implicaciones del teorema HeckscherOhlin-Samuelson en la teoría de la planificación”. Universidad de Madrid. file:///C:/Users/paula/Downloads/RECP_058_039.pdf
- Anuario de la Minería de Chile Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. Año 2017. Disponible en: http://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/06/Anuario_2017.pdf
- Anuario de la exportaciones chilenas 2018. Exportaciones de mercancías sectores y mercados. ProChile. Disponible en: https://www.prochile.gob.cl/wpcontent/uploads/2018/08/anuario_servicios_capitulo1_bienes_2018.pdf
- Anuario Estadístico, Año 2014. Gobierno de la Provincia de Salt. Disponible en: <http://estadisticas.salta.gov.ar/web/archivos/anuarios/anuario2014-2015.pdf>
- Cámara Argentina de Empresarios Mineros (CAEM). “Variables Mineras”. Año 2017. Disponible en: http://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2018/05/Reporte-mensual-de-datos-y-an%C3%A1lisis-del-sector-minero_ENERO-2.pdf
- Cámara Argentina de Comercio y servicio. Decreto N° 793/2018 Derecho de Exportación, modificación. Disponible en: http://www.cac.com.ar/data/documentos/17_Decreto%20793-18.pdf

- CEMAC, Clean Energy Manufacturing Analysis Center. 2015. Automotive Lithium- ion Battery (lib) Supply Chain and U.S. Competiveness Considerations. 41 p. [Versión pdf] <https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/65312.pdf>
- Comisión Chilena del Cobre. “Mercado Internacional de Litio”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/InformeLi.pdf>
- Copelación de informes: “Mercado Internacional del Litio y Potencialidad en Salares del Norte”. Ministerio de Minería, Gobierno de Chile. Chile, Santiago diciembre 2013. http://www.sernageomin.cl/pdf/urm/Mercado_Internacional_Potencial_del_Litio_en_salares_del_norte_de_chile.pdf
- Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL). “Bolivia exporta segundo cupo de carbonato de litio a China”. Año 2016. Disponible en: <http://www.comibol.gob.bo/index.php/24-noticias-inicio/880-litioo>
- David Bello. Scientific American. “Geothermal Power Plants Could Help Produce Lithium for Electric Cars” Septiembre 2011. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/geothermal-power-plants-could-help-produce-lithium-for-electric-cars/>
- Decreto 349/2016. Derechos de Exportación. Alícuotas. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/258595/norma.htm>
- Decreto N°1174/16. “Régimen de importación de líneas de producción usadas”. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/instructivo-normativa-reg-1174.pdf>
- Dixit, A. “Governance Institutions and Economic Activity” Enero 2009. Disponible en: https://www.princeton.edu/~dixitak/home/PresAd_F1.pdf
- Economía. “Argentina prevé triplicar su producción de litio en cinco años con inversiones por u\$s 1500 millones”. Minería. 14/05/2017 <http://www.telam.com.ar/notas/201705/188970-argentina-triplicar-produccion-litio.html>
- Element Energy Limited. 2012. Cost and performance of ev batteries. Final report for The Committee on Climate Change. Cambridge: elementenergy. 100 p. [Versión pdf]. http://www.element-energy.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2012/04/CCC-battery-cost_-_Element-Energy-report_March2012_Public.pdf
- El cronista. “Otra mega apuesta al litio la francesa Eramet invierte us 380 millones en Salta” <https://www.cronista.com/negocios/Otra-mega-apuesta-al-litio-la-francesa-Eramet-invierte-us-380-millones-en-Salta-20180316-0014.html>
- Energía y Minería. “Baterías de litio made in Argentina”. Por Mariano Roca, 2 enero del 2018. Disponible en: <http://defonline.com.ar/litio-cadena-valor/>
- Firma China se adjudica edificación de la planta de carbonato de litio. Revista el Potosí. Mayo 2017 2018 https://elpotosi.net/nacional/20180517_firma-china-se-adjudica-edificacion-de-la-planta-de-carbonato-de-litio.html
- FMC Corporation. Annual Reports. Disponible en: http://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/f/NYSE_FMC_2016.pdf
- Fox-Davies Capital. 2013. “The Lithium Market”. Fox Davies Resources Specialist. 15 p. [Versión pdf]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38961/S1500861_en.pdf
- Gaspar Tolón Estarellés. “Trasformaciones recientes en el perfil minero argentino”. Noviembre 2009. Disponible en: https://www.ungs.edu.ar/cm/uploaded_files/file/ecopol/3ra_jornada/Gaspar_Tolon_Estarellés_Tran_sformaciones_recientes_en_el_perfil_minero_argentino.pdf

- Harry A. Tcurtelot and Elizabeth F. "United States Department Of The Interior Geological Survey". Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/of/1977/0786/report.pdf>
- Impuesto sobre los Créditos y Débitos: nuevo registro para gozar de exenciones y alícuotas reducidas. Disponible en: <https://www.marval.com/publicacion/impuesto-sobre-los-creditos-y-debitos-nuevo-registro-para-gozar-de-exenciones-y-alicuotas-reducidas-12831>
- Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local. "Informe Tecno-Productivo. Andrés Castello y Marcelo Kloster. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Agosto de 2015. <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>
- Informes de Cadena de Valor. "Litio". Ministerio de Hacienda de la Nación. Abril 2018. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Litio.pdf
- Informe Exportaciones: 1er Cuatrimestre 2018. Dirección General de Estadística. Ministerio de Economía Salta. Disponible en: <http://estadisticas.salta.gov.ar/web/archivos/partes-de-prensa/exportaciones/Exportaciones%20de%20Enero%20a%20Abril%202018.pdf>
- Informe especial. "Salta una provincia minera". Revista Mining Press, Agosto 2007. Disponible en: <http://www.miningpress.com/nota/23955/informe-especial-salta-una-provincia-mineral>
- Informes Productivos Provinciales. Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación. Marzo 2017. https://www.economia.gob.ar/peconomica/dnper/fichas_provinciales/Informe_Productivo_salta.pdf
- Insight Report "The Global Competitiveness Report 2017-2018". Disponible en: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>
- Instituyese Régimen de Financiamiento para el pago del Impuesto al Valor Agregado <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/16098/norma.htm>
- Juliana Ströbele-Gregor, Litio en Bolivia. "Plan gubernamental de producción e industrialización de litio, año 2012". Disponible en: https://cl.boell.org/sites/default/files/litio_en_bolivia.pdf
- Kotler P., y Armstrong, G. Introducción al Marketing. 10.ª ed., Madrid. Año 2004. Disponible en: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/49394/s74.pdf>
- Kotler, Philip. El Marketing según Kotler., Para Ganar y Conquistar los Mercados. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9447/tesis547.pdf;sequence=1>
- Kloter y Armstrong "Fundamentos de Marketing". Octava edición 2007. Disponible en: <http://www.delfabro.cl/Kotler%20Y%20Armstrong%20-%20Fundamentos%20De%20Marketing.pdf>
- Lara, A., J. Reyes & A. García. 2011. "Vehículos híbridos eléctricos y baterías avanzadas". En: J. En: Aboites & J.M. Corona (Coordinadores). Economía de la Innovación y Desarrollo. Mexico : Siglo xxi : Universidad Autonoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- Ley de Inversio Minera 24.196. Art. 12 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/594/texact.htm>
- LEY N° 6712. <http://digesto.diputadosalta.gob.ar/leyes/6712.pdf>
- "Litio, la paradoja de la abundancia". Reservas de Litio en Argentina. Proyectos, ubicación geográfica y principales empresas implicadas. Disponible en: <http://www.copenoa.com.ar/IMG/pdf/litio.pdf>
- Litio: Negocio estratégico con comunidades afuera. San Salvador de Jujuy, 10 marzo de 2011. Disponible en: <https://noalamina.org/argentina/jujuy/item/6044-litio-negocio-estrategico-con-comunidades-afuera>

- Litio: una fuente de energía una oportunidad para Chile. Ministerio de Minería Chile. Disponible en: https://ciperchile.cl/pdfs/2015/06/sqm/INFORME_COMISION_LITIO_FINAL.pdf
- Litio: una oportunidad. Ministerio de Energía y Minería, Argentina. Disponible en: <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7394>
- María Gabriela Peralta, Andrea Paula Abella y Juan Francisco Albarenque “Tratamiento impositivo y jurídico de las regalías en la Argentina”. Disponible en: <http://biblioteca.iapg.org.ar/ArchivosAdjuntos/Petrotecnia/2005-4/Tratamiento.pdf>
- Mercado del litio y situación en Chile. Baldo Prokurina, Ministro de Minería. Mayo 2018. Disponible en: <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=132775&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION>
- Ministerio de Producción de la Nación. “Política comercial, inserción internacional y desarrollo productivo”. Comisión Nacional de Comercio Exterior. Disponible en: file:///C:/Users/paula/Desktop/TESIS%20FINAL/CAPITULOS%20FINALES/correccion/com_inv_insercion_y_desarrollo_06_010618.pdf
- Method and electrochemical device for low environmental impact lithium recovery from aqueous solutions, patente US 20140076734. Disponible en: www.google.com/patents/US20140076734.
- Nacif, F.; "Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico"; La Revista del CCC; Ed. N° 14/15; Año 5; Enero/Agosto; Disponible en: <http://www.centrocultural.coop/revista/exportarpdf.php?id=322>. ISSN: 1851-3263; 2012. 44
- Novoa, Miguel Ernesto y Novoa, María Gabriela (2000), “Manual de Derecho Minero”. Buenos Aires. Abeledo Perrot. Disponible en: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/11671/Salas%20Sanchez%2C%20Mar%C3%ADa%20Victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Oferta Exportable de la Provincia Salta 2018-2019. Fundación ProSalta. Disponible en: <http://zicosur.co/wp-content/uploads/2018/09/Provincia%20de%20Salta%20-%20Oferta%20Exportable%20Salta.pdf>
- Oliver E. Williamson, “The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead. Journal of Economic Literature”. September 2000. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/abca/15e9c26e155ccf2313d1b8504a7afe7fa9a8.pdf>
- Panorama de mercado de rocas y minerales industriales. Diciembre 2017 Disponible en: http://cima.minem.gob.ar/assets/datasets/panorama_de_%20mercado_litio%202017.pdf
- Proyecto nacional de explotación e industrialización de los recursos evaporíticos. Gerencia nacional de los recursos evaporíticos. Bolivia. [file:///C:/Users/paula/Downloads/seminario-sobre-la-utilizacion-del-litio-la-estrategia-boliviana-sobre-litio%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/paula/Downloads/seminario-sobre-la-utilizacion-del-litio-la-estrategia-boliviana-sobre-litio%20(1).pdf)
- Portal Informativo de Salta. “La Puna”. Disponible en: <http://www.portaldesalta.gov.ar/puna.htm>
- Porter Michael. “The Competitive Advantage of Nation.” Harvard Business Review. Año 1990 Disponible en: http://www.economie.ens.fr/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf
- Porter Michael. “El Modelo de Diamante de M. Porter. 2012”. Disponible en: <http://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2005/14070.pdf>
- Porter Michael. “Estrategia Competitivas genéricas”. Disponible en: http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/est_comp/cap2-est.pdf
- Universidad Autónoma de Barcelona. “Innovación e internacionalización exportadoras en las pymes industriales catalanas”. Año 2016. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/402222/jpj1de1.pdf?sequence=1>

-Universidad del Bío Bío, Facultad de Ciencias Empresariales. “Análisis de las Estrategias Corporativas” Año 2015, Chile. Disponible en: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/813/1/Agurto%20Flores%2C%20Juan%20Domin%20go.pdf>

- Universidad de Chile. “Plan de negocio para la manufactura de baterías de litio en Chile”. Año 2017, Disponible en: <file:///C:/Users/paula/Downloads/Plan-de-negocios-para-la-manufactura-de-baterias-de-Litio-en-Chile.pdf>

- Sánchez Albavera, F. y Lardé J. “Minería y competitividad internacional en América Latina”. CEPAL. Recursos naturales e infraestructura. Santiago de Chile 2006. Disponible en:

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6304/S0600325_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Secretaria de Minería de la Nación. “Minería en números” Año 2009. Disponible en: https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/03/argentina_mineria_en_numeros.ar_.pdf

- III Seminario Internacional de Litio en Sudamérica. “Soluciones para el tratamiento de agua en minería”. Disponible en: http://panorama-minero.com/wp-content/uploads/2017/03/LITIO_2014.pdf

- Situación Actual de la Minería en la Argentina. “Evolución de la actividad minera Argentina”. Noviembre 2011, Disponible en: http://www.fes.org.ar/Publicaciones/2011/Ap_N13-Mineria%20Argentina-Estarelles.pdf

- Situación actual y perspectivas. “Mercado de Litio”. Ministerio de Energía y Minería Presidencia de la Nación. Dirección Nacional de Promoción Minera Subsecretaría. Marzo 2017. <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>

HOJA DE CORRECCIÓN

Título: “Perspectivas para las exportaciones de litio producido en la provincia de Salta”

Alumno: María Paula Torrejón

Director de la tesis: Geól. Emilio José Eveling

Miembros del jurado:

Nota presentación escrita:

Nota defensa oral:

Nota final promedio:

Observaciones: