

1^{er} Encuentro Nacional sobre Litio

Hacia una política para el desarrollo integral

1, 2 y 3 de diciembre de 2021



**Libro del
1° Encuentro
Nacional sobre Litio**

***“Hacia una política para el
desarrollo integral”***

Editado por Mario H. Rodriguez

Encuentro Nacional sobre Litio

1er Encuentro Nacional sobre Litio: hacia una política para el desarrollo integral / compilación de Mario H Rodríguez. - 1a ed.-Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2022.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-575-231-3

1. Tecnología Nuclear. 2. Geopolítica. 3. Desarrollo Económico. I. Rodríguez, Mario H, comp. II. Título.

CDD 546.381

ISBN 978-987-575-231-3



Comité Organizador

- **Graciela Abuin (INTI)**
- **Román Baigún (Fundación Humedales-Wetlands International)**
- **Andrea Calderón (UNC-CONICET)**
- **Gabriel Correa (UNCa-CONICET)**
- **Marisa Frechero (UNS-CONICET)**
- **Martina Gamba (CETMIC-UNLP-CONICET)**
- **Soledad Hodes (INTI)**
- **Rita Humana (UNCa-CONICET)**
- **Andrea E. Izquierdo (IMBiV-UNC-CONICET)**
- **Gonzalo Montiel (INTI)**
- **Deborah Pragier (UNSaM)**
- **Marcelo Sticco (UBA)**
- **Verónica Vildosola (CNEA-CONICET)**
- **David Leopoldo Brusilovsky (UNaM-CONICET)**
- **Federico Nacif (INNOVAT)**
- **Mario H. Rodriguez (ICB-UNCuyo-CONICET-FCEN)**

Comité Evaluador

- **Pía Marchegiani (FARN)**
- **Bruno Fornillo (UBA-CONICET)**
- **Ezequiel Leiva (UNC-CONICET)**
- **Guillermina Luque (UNC-CONICET)**
- **Fabiana Gennari (CONICET-CNEA-Instituto Balseiro-UNCuyo)**

Patrocinadores



Ministerio de
**CIENCIA Y
TECNOLOGÍA**



Adhesiones



CONICET



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES



Prólogo

A fines del año 2019 se constituyó el Foro Interuniversitario de Especialistas en Litio de la Argentina. Se trata de un espacio multidisciplinario de carácter federal, integrado por más de 30 líneas de investigación en temáticas relacionadas con el litio, vinculadas al Consejo Interuniversitario Nacional, CONICET, CNEA, INTI e INVAP. Este Foro se creó con el objetivo de contribuir en el diseño de políticas públicas que promuevan un aprovechamiento integral de las capacidades científicas, tecnológicas y técnicas en torno al recurso.

En nuestro país, los grupos de investigación que desarrollan sus actividades en torno a este elemento se reparten en diversas disciplinas que abarcan desde las problemáticas vinculadas a la tenencia de los recursos en los territorios, hasta las tecnologías de última generación. En el ámbito de las ciencias exactas hay grupos de trabajo abocados a estudiar materiales catódicos, anódicos, electrolitos y otros materiales para baterías del tipo ion-litio, litio-azufre y litio-aire, desarrollo de sistemas de control electrónico, estudios y modelados del comportamiento eléctrico, reciclado de baterías agotadas, entre otras líneas de investigación. En el ámbito de la tecnología nuclear, se investigan nuevos métodos de separación isotópica de ${}^6\text{Li}$ y ${}^7\text{Li}$, así como el desarrollo de centelladores y materiales para reactores de fusión nuclear, etc. Dentro de las ciencias sociales y la ecología, podemos encontrar investigaciones vinculadas al territorio, desde la geología y ecosistemas andinos, hasta los estudios de impacto ambiental y económicos, conflictos territoriales asociados a la minería, así como la geopolítica del litio en nuestro país y en Sudamérica.

A lo largo de estos tres años, el Foro ha realizado declaraciones públicas, con propuestas políticas y científicas, como por ejemplo la creación de una red de laboratorios para potenciar el trabajo multidisciplinario de forma articulada, reuniones con autoridades nacionales y provinciales, así como sindicatos y comunidades, comprometidas con la defensa de la soberanía sobre los recursos naturales, entre ellos el agua y el litio.

En su última declaración, el Foro manifiesta que la forma en la que se lleva a cabo la explotación y exportación de litio producido de nuestro país, no sólo no apalanca el crecimiento local en las cadenas de valor, sino que, además, genera grandes perjuicios ambientales y sociales. A causa de ello, desde el Foro se sostiene la necesidad de modificar el marco jurídico, político y económico que rige la extracción de este metal, así como de desarrollar un plan estratégico de agregado de valor; ambas premisas bajo la condición de priorizar la soberanía nacional sobre el recurso.

En ese sentido y, esperando realizar un aporte en pos de generar espacios de acercamiento entre los diferentes grupos de investigación que trabajan en la temática litífera, además de, entre estos y los sectores productivos, comunidades locales que habitan los salares, sindicatos, ONGs, autoridades de gobierno nacional y provinciales y la comunidad en general, organizamos el "1° Encuentro Nacional sobre Litio: Hacia una política para el desarrollo integral". Confiamos que este primer encuentro, que abarcó la totalidad de las temáticas y la mayoría de los actores relacionados con el litio, en Argentina, permitió dar cuenta del potencial de nuestro país para avanzar en una gestión de este recurso energético que sea soberana, democrática y respetuosa de las comunidades y el medio ambiente.

Índice

Ambiente y Territorio

Patrones espaciales de la minería de litio y su relación e implicancias para los humedales de la puna Argentina.	1
Comunicación, transición energética y litio actores sociales y narrativa acerca de un nuevo paradigma en Jujuy. Una reflexión necesaria.	2
Saber ambiental para la toma de decisiones aplicado a la extracción de litio en salmuera en la puna.	3
Transparencia de la información ambiental en el triángulo de litio.	4
Injusticias locales de la producción de litio en Argentina.	5
Transición energética y producción de litio en Argentina: Principales debates y desafíos para la gestión del agua.	6
Estados subnacionales y derechos de los pueblos indígenas frente a los proyectos de litio.	7
Comunidades indígenas y extracción de litio en Argentina: Juridificación y estrategias de acción.	8
Mining indigenous territories: Consensus, dissent and tensions in the Atacama salt flat.	9
Conflictividad, comunidades y ambiente en la minería del litio en la Puna Argentina.	10
De la economía política internacional de la transición energética y del litio a los territorios. La “acumulación por desfosilización” como categoría analítica.	11
Etnografía aplicada a la explotación del litio en el NOA desde un enfoque relacional.	12

Ciencia, Tecnología y Agregado de Valor

Simulaciones moleculares de deposición de litio metálico.	13
Síntesis y sinterización de zirconato de litio monoclinico dopado con hierro ($\text{Li}_2\text{Zr}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$).	14
Iniciativas científico-tecnológicas e industriales en torno al litio en Argentina entre 2011-2015. Lecciones y desafíos.	16
Estudio de nuevos electrolitos vítreos a base de fosfato y bismuto y electrodos polianiónicos para baterías de ion litio.	17
Producción de hidróxido de litio electrolítico a partir de carbonato de litio.	18
Efecto del dopaje en la recarga de la batería de Li-O ₂ : Un estudio DFT.	19
Diseño de una resina porosa compleja para el estudio dinámico de los fenómenos de nanoconfinamiento.	20
Aplicación de isótopos de Li y Sr en el estudio del origen y concentración del Li en salares de la puna.	22

Simulación computacional del efecto isotópico del Li sobre Ni y grafeno para aplicaciones en tecnología nuclear.	23
Estudio DFT de funciones termodinámicas y propiedades vibracionales de intercalación de Li en "Bulk" de TiO ₂ (B).	24
Estudios de nitruro de boro sobre ánodos de litio metálico.	25
Materiales avanzados con morfología controlada para baterías de ion litio.	26
Preparación de membranas de fase dual para su aplicación en la separación selectiva de CO ₂ .	27
Silicatos de litio modificados para captura de CO ₂ .	29
Cálculos AB-initio de titanatos de litio y de sodio, como ánodos de baterías de ion-litio.	31
Efecto de la técnica de conformado sobre la densidad, microestructura y conductividad iónica del metazirconato de litio monoclinico (Li ₂ ZrO ₃).	32
Modelado DFT de materiales para baterías de litio-azufre.	34
Desarrollo de un prototipo de celdas inteligentes para aplicaciones de BMS.	35
Comportamiento electroquímico y estructural de ánodos de silicio a partir de simulaciones computacionales.	36
Transparencia de la información ambiental en el triángulo de litio.	37
Obtención y desarrollo de una aleación de Al-Li utilizadas en la industria aeroespacial.	38
Análisis multivariado de la extracción de litio desde alfa espodumeno mediante fluoración con KF.	39
Separación isotópica de litio por láser.	40
Síntesis de materiales basados en zirconato de litio a partir de residuos de cerámica dental.	41
Extracción de Li, Co, Ni y Mn de baterías de ion litio agotadas (LIBs) de teléfonos móviles y autos eléctricos por reducción carbotérmica.	42
Recuperación de Li y Co de baterías ion litio agotadas mediante el uso de Cl ₂ y Ca(OH) ₂ .	43
Estudio de las características del proceso de solvatación de la cupla Li ⁺ /Li en la interfaz grafeno/etilen-carbonato.	44
Recuperación de litio a partir de salmueras concentradas mediante electrólisis de membrana.	46
Baterías de litio-azufre: Camino hacia una nueva generación de baterías.	47
Federalismo y políticas tecno-productivas en la industria del litio.	48
Reciclado de baterías de ion-Li agotadas. Aplicaciones tecnológicas de los metales recuperados.	49
Síntesis de resinas de adsorción selectiva para la extracción de litio a partir de salmueras.	50
Estudio del efecto de la agitación en la síntesis hidrotérmal de LiFePO ₄ .	51

Marco Legal, Político y Económico

El litio en Argentina: Discrepancias excluyentes en un área semiperiférica.	52
La carrera por el litio en América Latina: El mercado brasileño.	53
Litio, desarrollo y geopolítica: Lecciones a partir de la experiencia boliviana hacia los otros países del triángulo del litio.	54
Transición energética: El litio como un mineral estratégico.	55

Líneas de Investigación en Litio en Argentina

Comunicado de las comunidades originarias de la Puna de Salta y Jujuy.	56
Las tecnologías de litio son económicamente más importantes que el litio mismo.	58
Creación y actualidad del CIDMEJu (“Instituto del Litio”).	60
Minería tradicional y urbana de litio. Innovación y transferencia.	61
Laboratorio de metalurgia extractiva INTEQUI-CONICET-UNSL.	63
PROINTEC I&D-Facultad de Ingeniería-UNLP.	65
Lo que hacemos en el laboratorio de energías sustentables de la Universidad Nacional de Córdoba relacionado a baterías de ion-Li y post ion-Li.	66
Aportes al conocimiento y aplicaciones de Li en tecnologías para almacenamiento de energía desde INIFTA.	68
Materiales avanzados con morfología controlada para baterías de ion de litio.	69
Diseño racional de electrolitos de estado sólido en celdas de litio y sus potenciales sucesores en el almacenamiento de energía verde.	70
Desarrollos tecnológicos en baterías.	71
Desarrollo de un prototipo de celdas inteligentes para aplicaciones de BMS.	73
Estudio experimental y teórico de materiales para baterías de Li-O ₂ .	74
Aplicaciones de compuestos de litio para la descarbonización energética.	75
Grupo de materiales cerámicos de avanzada del CETMIC. Zirconato de litio. Aplicaciones y proyecciones.	77
Servicios tecnológicos para contribuir al desarrollo de la cadena de valor del litio en Argentina.	78
Gobernanza del litio y políticas de desarrollo productivo.	79
Geopolítica del litio: Presentación grupo de estudios GyBC.	80
Mesa debate “litio y transición energética nacional”.	81
“Volver a Savio” Por la industrialización del litio en origen.	83
Hacia una política para el desarrollo integral.	84

Ambiente
y
Territorio



PATRONES ESPACIALES DE LA MINERÍA DE LITIO Y SU RELACIÓN E IMPLICANCIAS PARA LOS HUMEDALES DE LA PUNA ARGENTINA

Casagrande E.¹, Izquierdo A.E.²

¹Instituto de Ecología Regional (UNT-CONICET), Residencia Universitaria Horco Molle, Edificio las Cúpulas, Yerba Buena 4107, Tucumán, Argentina.

²Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (UNC-CONICET), Edificio de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas (Ala Oeste) Av. Vélez Sarsfield 1611. Ciudad Universitaria FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba CC 495, Córdoba 5000, Argentina.

Contacto: elvira.casagrande@gmail.com

RESUMEN

El “*Triángulo del litio*”, situado entre los salares de Atacama (Chile), Hombre Muerto (Argentina) y Uyuni (Bolivia) (Aguilar y Zeller, 2012), posee aproximadamente el 80% de las reservas mundiales de litio depositado en salares en desiertos áridos de altura. Desde 2016, los proyectos de exploración han crecido notablemente en tamaño y alcance dentro de Argentina (USGS, 2017), hoy cuarto exportador mundial de carbonato de litio (Li_2CO_3). En Argentina existen actualmente 52 proyectos mineros de litio en salmueras (USGS, 2017, Argentina Proyectos Avanzados de Litio en Salares, 2019) distribuidos en 20 salares y salinas, y 3 lagunas salobres, pero únicamente dos (Mina Fénix-Hombre Muerto, Salar del Hombre Muerto, Catamarca; y Olaroz, Salar de Olaroz, Jujuy) producen y exportan, principalmente, Li_2CO_3 mientras el resto se encuentra en etapas anteriores a la producción. La minería de litio de salmueras utiliza el agua contenida en las salmueras y agua dulce, esta última depositada en lagunas y vegas en la periferia del salar. El bombeo de salmueras podría tener consecuencias sobre los humedales adyacentes ocasionando un descenso del nivel del agua subterránea (Nieves et al., 2014), potencialmente afectando el equilibrio hídrico de la cuenca. En un contexto de cambio climático y sin datos oficiales sobre el uso que las mineras hacen del agua dulce (Izquierdo et al., 2015), existe preocupación por el impacto ambiental que la extracción de litio podría tener sobre la biodiversidad y poblaciones humanas locales (Wanger, 2011; Izquierdo et al., 2015). Analizamos las posibles implicancias de la minería de litio sobre los humedales de agua dulce de la Puna argentina a partir de análisis espaciales. Para ello: 1) calculamos la superficie y variables características del estado ecosistémico (i.e. productividad, índices de humedad) de vegas por cuenca; 2) comparamos las tendencias de cambio en dichas variables entre cuencas con y cuencas sin producción y 3) describimos las tendencias hídricas de las cuencas donde se proyectan explotaciones de litio. Esta información servirá para analizar escenarios de vulnerabilidad y potenciales medidas de manejo que prevean los riesgos de la expansión minera para los humedales de agua dulce de la región.



COMUNICACIÓN, TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y LITIO ACTORES SOCIALES Y NARRATIVA ACERCA DE UN NUEVO PARADIGMA EN JUJUY. UNA REFLEXIÓN NECESARIA

Saquilán J.H.¹, Civila Orellana V.², Visintin A.³

¹UNJu/Universidad Nacional de Jujuy.

²UNJu/Universidad Nacional de Jujuy-SecTER/ Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales.

³UNLP/Universidad Nacional de La Plata-CONICET/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas/INIFTA, Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas.

Contacto: javideperico@gmail.com

RESUMEN

Para este trabajo de investigación se tomó las entrevistas como método registro de los distintos actores que formaron parte de este diálogo que permiten dar cuenta de la perspectiva o mirada empresarial acerca de la provincia de Jujuy en el escenario económico productivo regional y nacional. De este modo, el trabajo etnográfico desde lo institucional/organizacional/empresarial y en las comunidades, junto a los aportes de la semiótica hace posible desentramar la red discursiva que se construye entre JEMSE, inversionistas y comunidades originarias de Jujuy con el fin de brindar un aporte novedoso y entrelazado con las ciencias exactas a la ciencia de la comunicación. En este trabajo de investigación la atención estuvo centrada en la transición energética donde el litio como recurso natural abundante en nuestra provincia, juega un papel protagónico.



SABER AMBIENTAL PARA LA TOMA DE DECISIONES APLICADO A LA EXTRACCIÓN DE LITIO EN SALMUERA EN LA PUNA

Mignaqui V.

Programa Institucional Interdisciplinario de Intervención Socio Ambiental, Universidad Nacional de Quilmes, Roque Sáenz Peña 352, Bernal, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: veramignaqui@yahoo.com

RESUMEN

Todas las actividades humanas a gran escala generan impactos ambientales. Esto impactos deben ser estudiados y gestionados si el objetivo es minimizar sus efectos de modificación del ambiente. La extracción del litio en salmuera en la Puna argentina no está exenta de la generación de impactos ambientales. Conocer cuáles son esos impactos potenciales, evaluar sistemas de monitoreo ambiental, decidir como sociedad donde la operación se inserta qué tipo de desarrollo se quiere tener y bajo qué condiciones ambientales, decidir como empresa operativa cómo se quieren gestionar esos impactos y el vínculo con las comunidades, decidir como ente de control gubernamental cómo se quiere controlar o fiscalizar esa actividad son discusiones necesarias si se quiere tener un rol activo en el desarrollo ambiental de la zona. Saber ambiental para una gestión sostenible.



TRANSPARENCIA DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL EN EL TRIÁNGULO DE LITIO

Clavijo A.¹, Díaz Paz W.F.¹, Lorca M.², Olivera Andrade M.³, Iribarnegaray M.A.², Garcés I.⁴

¹Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), CONICET. Universidad Nacional de Salta, Argentina.

²Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales y Educación de la Universidad de Atacama, Chile.

³The Global Political Ecology of Lithium Commodity Chain (Proyecto LITHIUM), Postgrado en Ciencias del Desarrollo (CIDES) Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴Departamento de Ingeniería Química y Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.

Contacto: aclavijo@gmail.com

RESUMEN

El uso del litio se presenta como una alternativa a la crisis climática, uno de los mayores retos globales del siglo XXI. Principalmente es utilizado para la fabricación de baterías de ion-litio, indispensables para la transición hacia la electromovilidad. Chile y Argentina (junto con China) son los principales productores mundiales de litio a partir de salmueras; Bolivia tiene los mayores recursos del mundo que aún no han sido explotados comercialmente. Son los llamados países del triángulo del litio, donde la presión extractiva ha aumentado considerablemente en la última década. En ellos encontramos diferentes condiciones históricas, legislativas y políticas sobre la extracción e industrialización del litio, que tienen un impacto directo en las comunidades que viven en los salares donde se extrae. Sudamérica vuelve a enfrentarse al histórico dilema estructural de qué hacer con sus abundantes recursos naturales. El potencial de la transparencia para informar y empoderar es fundamental para la participación de todos los actores involucrados en los procesos de toma de decisiones, como base para la resolución de conflictos territoriales. Pero estos actores no tienen a disposición toda la información relativa al impacto real de la minería de litio sobre el frágil equilibrio hidrológico y socio-productivo de sus territorios. Para explorar esta cuestión, se discute la posible brecha existente entre la generación de información ambiental en esta actividad y la real disponibilidad para la población. Se identificó que la falta de transparencia se relaciona con desequilibrios de poder y conflictos más amplios sobre normas, prácticas y objetivos de la gobernanza global.



INJUSTICIAS LOCALES DE LA PRODUCCIÓN DE LITIO EN ARGENTINA

Escosteguy M.¹, Diaz Paz W.F.¹, Iribarnegaray M.A.¹, Clavijo A.¹, Ortega Insaurralde C.¹,
Brannstrom C.², Hufty M.³, Seghezso L.¹

¹Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta (UNSa), Salta, Argentina.

²Department of Geography, Texas A&M University, College Station, Texas, Estados Unidos.

³Graduate Institute of International and Development Studies, Ginebra, Suiza.

Contacto: meliescosteguy@gmail.com

RESUMEN

El litio es presentado como un elemento crítico para las transiciones hacia fuentes de energía más sustentables. Con la creciente utilización de baterías de ion-litio y el aumento de la producción de vehículos eléctricos, se espera que la demanda global de este metal se incremente de manera exponencial en los próximos años. Actualmente, con dos proyectos en producción, Argentina es el cuarto productor de litio a nivel mundial. En Argentina, el litio es extraído mediante la aplicación de técnicas evaporíticas de los salares altoandinos ubicados en la región Puna, al noroeste del país. En la Puna argentina habitan comunidades indígenas y campesinas cuyos territorios se superponen muchas veces con áreas concedidas a proyectos de producción de litio. La preocupación de las comunidades por los impactos sociales y ambientales que genera la producción de litio en la zona ha derivado en conflictos socio-ambientales. En este trabajo aplicamos el marco de la justicia energética y algunos conceptos de la ecología política para identificar injusticias locales de la producción de litio. Las injusticias fueron definidas como impactos negativos que afectan los modos de vida locales y el ambiente en las cercanías a los dos proyectos en producción y fueron identificadas a partir de la codificación de más de 500 documentos. Los resultados revelan que existen asimetrías de poder significativas entre los actores involucrados en la red de producción de litio y que quienes se benefician de la producción se encuentran geográficamente distantes de quienes sufren sus injusticias. En este contexto, procesos más inclusivos que guíen la toma de decisiones son urgentes para que las transiciones energéticas, particularmente la transición hacia la electromovilidad, sean compatibles con los principios de la justicia social y la sustentabilidad*.

*Parte de los resultados presentados en este trabajo serán publicados bajo el título de *Will electro-mobility encourage injustices? The case of lithium production in the Argentine Puna*, en el libro "Democratizing energy: imaginaries, transitions, risks" (en prensa).



TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y PRODUCCIÓN DE LITIO EN ARGENTINA: PRINCIPALES DEBATES Y DESAFÍOS PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

Díaz Paz W.F., Escosteguy M.L., Clavijo A., Seghezso L., Iribarnegaray M.

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Universidad Nacional de Salta (UNSa), Salta, Argentina.

Contacto: walterfdiazpaz@gmail.com

RESUMEN

El litio se considera un metal estratégico para la producción de tecnologías "verdes" destinadas a contribuir a las actuales transiciones energéticas. La creciente demanda de litio ejerce presión sobre los salares altoandinos de Argentina, Bolivia y Chile, donde el litio se extrae a partir de la evaporación de salmueras naturales. En Argentina se han manifestado algunos conflictos socioambientales vinculados al consumo de agua durante el proceso de producción. El objetivo de este trabajo es identificar los debates académicos actuales sobre la producción de litio a partir de salmueras y el uso del agua durante el proceso. Para ello, se realizó una revisión de artículos científicos utilizando como base metodológica una búsqueda sistemática de artículos publicados en Science Direct y CONICET. Los artículos seleccionados se analizaron y clasificaron según el problema que abordaban. La revisión mostró que la literatura científica se limita a cuatro preocupaciones (i) *las mejoras en torno a los procesos de producción de litio*, (ii) *los impactos ambientales en los salares*, (iii) *el equilibrio hidrogeológico* y (iv) *la geoquímica en los salares continentales*. Sin embargo, los estudios no incluyen un abordaje de los retos y debates locales sobre la gestión del agua. En línea con esto, los resultados indican que las preocupaciones sobre la gestión del agua en la minería del litio en Argentina están relacionadas con las percepciones e intereses que los actores involucrados tienen en torno a la producción de litio, así como con la posición material y discursiva que ocupan en la red de producción de litio. Finalmente, dado que la gestión y la gobernanza del agua aún no forma parte de la agenda de los gobiernos nacionales y provinciales en Argentina, se concluye que los desafíos en torno al litio y la gestión de este recurso, lejos de reducirse únicamente a mejoras e innovaciones tecnológicas como las prácticas más eficientes, requieren del trabajo conjunto y sinérgico del Estado, las comunidades locales, los investigadores y las empresas mineras.



ESTADOS SUBNACIONALES Y DERECHOS DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS FRENTE A LOS PROYECTOS DE LITIO

Novas M.^{1,2}, Pragier D.¹

¹Escuela de Política y Gobierno, Universidad Nacional de San Martín, Campus Miguelete, 25 de Mayo y Francia. C.P. 1650. San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Contactos: dpragier@unsam.edu.ar, marianonovas89@gmail.com

RESUMEN

El siguiente trabajo analiza en forma comparada las diferentes formas e instrumentos con los cuales se relacionan los gobiernos subnacionales con las comunidades indígenas de la puna argentina frente a los proyectos de explotación de litio en salmueras.

Particularmente estudiamos los instrumentos aplicados en tres proyectos mineros que se encuentran en fase de exploración y/o explotación en diferentes provincias del noroeste argentino, Catamarca, Salta y Jujuy, y que presentan diferencias tanto en los instrumentos aplicados desde el Estado en pos de cumplimentar los derechos constitucionales, como en las posiciones de las comunidades y sus trayectorias de conflictividad.

El actual marco jurídico federal de Argentina garantiza los derechos de los pueblos indígenas a través de jurisprudencia nacional y por tratados internacionales que han sido ratificados nacionalmente. El artículo 75 inc. 17 de la Constitución Nacional reformada en 1994 y sus normas conexas implicaron un cambio en la histórica relación del estado argentino con los pueblos indígenas al reconocer su preexistencia. La preexistencia constituye el fundamento sociohistórico y político del reconocimiento de ciertos derechos que no necesariamente alcanzan al conjunto de la población nacional (Altabe, Braunstein, y González 1997) y está en la base de discusiones tanto en el ámbito de la jurisprudencia como en el de las políticas públicas dirigidas a este colectivo. En la práctica la legislación ha sido bastante dispar en las diferentes provincias.

En este trabajo nos enfocamos en la sistematización y relevamiento de información de tres ejes que explícitamente la legislación reconoce. El primero de ellos es la situación de los pobladores locales referida a la titularización o propiedad de las tierras. En segundo lugar, si se llevó adelante, y en qué condiciones, la consulta previa libre e informada, y por último, si se desarrollaron acciones que habiliten a tomar parte de las decisiones respecto a la gestión de sus recursos naturales. El trabajo refleja que las comunidades indígenas enfrentan un desigual cumplimiento de los derechos indígenas de acuerdo a la provincia en cuestión.



COMUNIDADES INDÍGENAS Y EXTRACCIÓN DE LITIO EN ARGENTINA: JURIDIFICACIÓN Y ESTRATEGIAS DE ACCIÓN

Pragier D.¹, Novas M.A.^{1,2}, Christel L.G.^{1,2}

¹Escuela de Política y Gobierno, Universidad Nacional de San Martín, Campus Miguelete, 25 de Mayo y Francia. C.P. 1650. San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

RESUMEN

En Argentina las zonas de explotación litíferas coinciden mayormente con territorio ancestrales de pueblos indígenas. La presencia de tales comunidades involucra derechos a la autonomía y la autodeterminación que fácilmente entran en tensión con intereses de empresas y del estado. Así, nos preguntamos ¿qué estrategias despliegan actores indígenas ante el incumplimiento de derechos constitucionalmente reconocidos? A partir del estudio de las comunidades de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc (2009 y 2019), se demuestra que frente a derechos constitucionales incumplidos las comunidades indígenas han desplegado una estrategia acumulativa y complementaria sustentada en su derecho a la autodeterminación. En un marcado contexto de juridificación, tales comunidades emplearon, en forma combinada, la acción judicial-legal, la acción directa y la acción de reinterpretación comunitaria como estrategia para exigir la efectiva implementación de sus derechos a decidir sobre su territorio, sus formas de vida y desarrollo. El análisis y la información presentada en este trabajo se desprenden de dos técnicas de construcción de datos, el análisis y sistematización de documentos primarios y secundarios y las entrevistas en profundidad a actores del territorio.



MINING INDIGENOUS TERRITORIES: CONSENSUS, DISSENT AND TENSIONS IN THE ATACAMA SALT FLAT

Lorca M.¹, Olivera M.², Escosteguy M.³, Köppel J.⁴, Scoville-Simonds M.^{4,5}, Hufty M.⁴

¹Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales y Educación, Universidad de Atacama, Chile.

²CIDES, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³INENCO, CONICET, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.

⁴CIES, Graduate Institute of International and Development Studies (IHEID), Geneva, Switzerland.

⁵IGUS, University of Agder, Kristiansand, Norway.

Contactos: marc.hufty@graduateinstitute.ch, mauricio.lorca@uda.cl

ABSTRACT

While lithium is of recent interest due to its potential role in transitioning away from fossil fuels, the history of lithium mining in Chile's Salar de Atacama (SdA) is relatively long. Employing historical and ethnographic methods, we examine how mining, territory, and indigeneity co-produce each other in the particular social and material context of the SdA. We draw on studies in anthropology and geography to escape simplistic images of Indigenous peoples' reactions to mining as reflecting victimhood, resistance, or strategic pragmatism and show instead how individuals and groups organize and express themselves in ambivalent ways, maintaining complex relationships with both mining and the territory. According to informants, struggles around territory in the SdA are about concerns over water scarcity, the survival of the wildlife of this unique ecosystem, and continuity and change in particular lifeways more broadly. Recent agreements between mining companies and local communities may benefit some, while also generating inter- and intra- community tensions over these issues. More broadly, through these processes, we find that mining shapes what "indigenous" itself means and who can claim this subject position, while Indigenous mobilization in turn shapes how mining is perceived and carried out. Together, mining and Indigenous mobilization produce a particular kind of territory, pervaded by diverse lines of both consensus and tension. Rather than contradictions, the ambivalent positions Indigenous peoples maintain become comprehensible when considering, ethnographically and historically, the particular places and lifeworlds they inhabit, and the asymmetrical patterns of constraint and opportunity they face.



CONFLICTIVIDAD, COMUNIDADES Y AMBIENTE EN LA MINERÍA DEL LITIO EN LA PUNA ARGENTINA

Arias Mahiques M.V.¹, Clavijo A.², Galuccio M.¹

¹Fundación para el Desarrollo Argentino (FUNDAR), Cerviño Av. 3970, Piso 11, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

²CONICET Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), CONICET. Universidad Nacional de Salta, Avenida Bolivia 5150, Salta, Argentina.

Contactos: mvariasmahiques@fund.ar, aclavijo@fund.ar, mgaluccio@fund.ar

RESUMEN

Si bien la minería del litio constituye una oportunidad de desarrollo económico para la región en el marco de una transición energética global a la electromovilidad y las energías bajas en carbono, también engendra una serie de externalidades socioambientales que resultan en demandas y conflictos territoriales. Este proyecto estudia los desequilibrios ecológicos y comunitarios generados por el sobreconsumo hídrico en territorios áridos y da cuenta de la brecha entre el marco normativo protector de las comunidades locales y su falta de aplicación práctica. La viabilidad de una minería social y ambientalmente sostenible está supeditada a adaptarse a la materialidad e inclusividad territorial de la base de la cadena. Por tal razón, se propone la institucionalización de mecanismos de participación ciudadana y monitoreo ambiental de las actividades productivas capaces de garantizar los derechos de las comunidades a un ambiente limpio y el acceso a los recursos.

A su fin, se realizó una sistematización del marco normativo provincial y nacional, un relevamiento de los impactos y la conflictividad socioambiental, un análisis comparado de los proyectos de Salinas Grandes, Olaroz y Fénix, y un benchmarking internacional de buenas prácticas en monitoreos participativos. El trabajo determina las múltiples causas de los conflictos socioambientales en la región de la puna como: un marco regulatorio cuestionado, una ausencia de Ordenamiento Ambiental del Territorio, un déficit en la implementación efectiva de la participación pública, una falta de difusión de información y una incertidumbre en torno a los impactos ambientales, entre otros. Por ello, se requiere desarrollar innovaciones sociales que permitan incorporar mecanismos de gobernanza del recurso, contemplando las necesidades y demandas de distintos actores sociales que presentan resistencia a las actuales formas de explotación de los salares.



DE LA ECONOMÍA POLÍTICA INTERNACIONAL DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y DEL LITIO A LOS TERRITORIOS. LA “ACUMULACIÓN POR DESFOSILIZACIÓN” COMO CATEGORÍA ANALÍTICA

Argento M., Kazimierski M., Slipak A.

Grupo de Estudios de Geopolítica y Bienes Comunes (GyBC). Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe (IEALC), Facultad de Ciencia Sociales, Universidad de Buenos Aires (FSoc-UBA). Marcelo T. de Alvear 2230, C.P. 1122, CABA, Argentina.

Contactos: melisargento@gmail.com; martin.kazimierski@gmail.com; aslipak@ungs.edu.ar

RESUMEN

La transición de un paradigma tecno-productivo fósil a uno post-fósil convierte al almacenamiento de energía en un problema central. Esto último torna al litio en un recurso estratégico para la transición energética y a la vez crítico para las potencias del norte global y los grandes capitales transnacionales. Con una demanda creciente -fundamentalmente por parte de la industria automotriz-, el hecho de que más de un 58% de los recursos mundiales de litio se concentre en los salares altoandinos de Argentina, Bolivia y Chile genera una enorme presión en estos territorios de parte de corporaciones por la apropiación, control y aseguramiento del recurso. En este artículo discutimos cómo la configuración de la cadena global de valor de baterías de Ion-Litio y el marco normativo de la extracción de litio en Argentina repercute en diferentes aristas del desarrollo económico y social. Finalmente, proponemos que las políticas económicas actuales en torno al litio profundizan y exacerban las problemáticas de falta de captación de renta, reducida participación en los eslabones de mayor contenido de valor agregado de la cadena productiva del litio, dificultades para la soberanía científica del país, y fundamentalmente las tensiones ecológico-distributivas en torno a los usos de agua y derechos que las asisten a las comunidades.

Para este análisis incorporamos la categoría de “acumulación por desfossilización”. Se trata de un trabajo exploratorio y una noción basada fundamentalmente en la conceptualización de David Harvey (2004) de “acumulación por desposesión”.



ETNOGRAFÍA APLICADA A LA EXPLOTACIÓN DEL LITIO EN EL NOA DESDE UN ENFOQUE RELACIONAL

Teves L.S., Pasarin L.

Laboratorio de Investigaciones en Etnografía Aplicada (LINEA, FCNyM-UNLP/CIC-PBA). Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 122-Edificio Anexo Museo-Oficinas 112-113. C.P. B1900FWA. La Plata-Buenos Aires-Argentina.

Contacto: lteves@fcnym.unlp.edu.ar ; lopasarin@gmail.com

RESUMEN

En esta ponencia presentamos nuestra propuesta para el abordaje de la temática de litio mediante la que proponemos el desarrollo de un estudio etnográfico que aporte a una “línea de base” interdisciplinaria para evaluar el impacto social, cultural, sanitario, ambiental y económico asociado a las poblaciones locales y originarias, en contextos de producción de Litio en el Noroeste Argentino. Esta propuesta incluye una caracterización, con un diseño metodológico mixto o cuali-cuantitativo, de los aspectos sociales y culturales de la población, partiendo de las áreas de actividad de las comunidades, las tecnologías y las modalidades de organización tradicionales, así como de la consideración del conocimiento y las formas de interacción de las poblaciones locales con el ambiente y el territorio.

**Ciencia,
Tecnología y
Valor Agregado**



SIMULACIONES MOLECULARES DE DEPOSICIÓN DE LITIO METÁLICO

Saravia P.^{1,2,3}, Peñaranda G.^{2,4}, Calderón C.A.^{2,4}, Leiva E.P.M.^{1,2,3}, Paz S.A.^{1,2,3}

¹Dpto. de Química Teórica y Computacional. FCQ. UNC. Av. Medina Allende y Haya de la Torre, Córdoba (X5000HUA), Argentina.

²Laboratorio de Energías Sustentables (LaES). CONICET-UNC. Av. Medina Allende S/N, Córdoba (X5000HUA), Argentina.

³Instituto de Fisicoquímica de Córdoba (INFIQC). CONICET-UNC. Córdoba (X5000HUA), Argentina.

⁴Instituto de Física Enrique Gaviola (IFEG). CONICET-UNC. Av. Medina Allende S/N, Córdoba (X5000HUA), Argentina.

Contacto: pauvsaravia@mi.unc.edu.ar

RESUMEN

El uso de Litio metálico (Li) como ánodo para baterías recargables es un objetivo primario en el campo de investigación del almacenamiento de energía (Yang et al., 2018), en un panorama de transición energética. El principal inconveniente que se encuentra en el uso de este electrodo es el crecimiento de dendritas metálicas durante los ciclos de carga/descarga, estructuras ramificadas que disminuyen el rendimiento de la batería y provocan problemas de seguridad. Es por esto que es de gran importancia estudiar el mecanismo de formación de dendritas y el efecto de las variables involucradas para pensar estrategias que eviten su crecimiento.

Desarrollamos un modelo computacional basado en el de Mayers et al. (2012) para simular el crecimiento de dendritas, considerando el movimiento de Li^+ en un solvente implícito (es decir, como un medio continuo en el que se encuentra el Li^+). La reducción de iones Li^+ se considera un evento aleatorio con probabilidad P que puede ocurrir sobre el electrodo implícito definido por el plano xy en la base de la caja de simulación, o sobre Li metálico ya depositado. Esta probabilidad P se puede relacionar con el sobrepotencial experimental de la celda. Encontramos que las distintas probabilidades de deposición influyen en la morfología resultante de las dendritas: a mayor P , mayor crecimiento dendrítico con estructuras más ramificadas. Contrastamos nuestras observaciones con medidas experimentales realizadas en nuestro laboratorio.

Presentamos un modelo que permite estudiar la morfología de deposición de Li en diferentes condiciones de reacción y racionalizarlo con mediciones experimentales. Planteamos cómo extender el modelo desarrollado para estudiar la influencia de otros procesos (disolución, difusión superficial, etc.) y parámetros (viscosidad del medio, coeficientes de difusión, etc.) en la formación de dendritas.



SÍNTESIS Y SINTERIZACIÓN DE ZIRCONATO DE LITIO MONOCLÍNICO DOPADO CON HIERRO ($\text{Li}_2\text{Zr}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$)

Gamba M.¹, Montes L.², Orsetti N.¹, Yasnó J.P.¹, Gómez S.¹, Moreira Toja R.¹, Conconi S.¹,
Frechero M.³, Suarez G.¹

¹Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC), Camino Centenario y 506, M. B. Gonnet (La Plata), Buenos Aires, Argentina.

²Instituto de Física de La Plata (IFLP) - CONICET CCT-La Plata, Dpto. de Física, FCE, UNLP. Diagonal 113 entre 63 y 64. La Plata (1900), Buenos Aires, Argentina

³Dpto. de Química. Universidad Nacional del Sur-(INQUISUR), Alem 1253, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: martina.gamba@cetmic.unlp.edu.ar

RESUMEN

El zirconato de litio monoclinico es ampliamente investigado por sus aplicaciones en el campo de la energía. Su uso como electrolito sólido está limitado por su baja conductividad iónica y la densidad final de los materiales, parámetros que pueden mejorarse mediante la incorporación de un dopante.

El objetivo de este trabajo es obtener pastillas sinterizadas con pureza de fase del zirconato de litio monoclinico dopado con hierro y estudiar su influencia en la densidad final de los materiales.

Se sintetizaron polvos de $\text{Li}_2\text{Zr}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_3$ (con $x=0$; 0,03; 0,06; 0,1) por reacción en estado sólido de Li_2CO_3 , $m\text{-ZrO}_2$ y Fe_2O_3 en una etapa isotérmica de 12h a 1050°C (para $x=0,03$; 0,06; 0,1) y 12h a 1000°C (para $x=0$). Además, se obtuvieron polvos precursores mediante un tratamiento térmico de 3h a 800°C de las mismas mezclas reactivas.

Se conformaron piezas por prensado uniaxial a 100 MPa de los polvos precursores y de los polvos sintetizados. Las piezas conformadas se sinterizaron a 1050 y 1100°C durante 12 horas. Se analizaron las densidades por el método de Arquímedes, las fases presentes por DRX-Rietveld y las microestructuras por microscopía electrónica de barrido.

Los difractogramas de las pastillas sinterizadas con $x=0,06$ y $x=0,1$ evidenciaron la presencia de $\text{Li}_2\text{FeZrO}_4$ como subproducto en la superficie. Las intensidades de los picos asociados a esta fase disminuyeron conforme disminuye el contenido de hierro añadido como dopante, hasta desaparecer para la muestra con $x = 0,03$, que presenta la fase buscada de forma pura. Para esta muestra, el refinamiento de Rietveld del difractograma de la pastilla molida condujo a parámetros de celda compatibles con la presencia de Fe^{3+} en el sitio del Zr^{4+} .

Además, la presencia de hierro promovió un aumento en la densidad y el crecimiento de grano en las pastillas sinterizadas a partir de los polvos precursores. Mientras que el LZO



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

presentó una densidad de 69% respecto a la densidad teórica del material (DT) y un tamaño medio de grano de 2,9 μm , la muestra con $x=0,1$ presentó una densidad del 87% respecto a la DT y un tamaño medio de grano de 5,1 μm .



INICIATIVAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS E INDUSTRIALES EN TORNO AL LITIO EN ARGENTINA ENTRE 2011-2015. LECCIONES Y DESAFÍOS

Barberón A.

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).

Contacto: agustinbarberon_96@hotmail.com

RESUMEN

Argentina posee importantes reservas de litio, cuyos yacimientos en salmueras se localizan en las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy, conformando junto a Bolivia y Chile el denominado Triángulo del litio; y varios reservorios de piedras ubicados en San Luis, Córdoba, Catamarca y Salta. En la última década, ha sido notorio el crecimiento de la demanda global del litio como insumo clave para la producción de las baterías de ion-litio para la electromovilidad y el almacenamiento de energía proveniente de fuentes renovables. Esto ha derivado en un auge de los proyectos extractivos sobre la totalidad de los depósitos de la región, llevando a que el país se ubique entre los principales productores mundiales de litio como exportador de *commodities*, sin encadenamiento productivo y tecnológico.

Sin embargo, Argentina tiene una amplia trayectoria socio-técnica en investigación en torno al litio, aunque desvinculada de la fase extractiva, a través de diferentes organismos de CyT como Universidades, institutos del CONICET, Y-TEC, y un entramado industrial significativo. La presente coyuntura, de recesión ocasionada por la pandemia Covid-19, evidenció la importancia del Estado como promotor activo de la industrialización y los procesos de I+D. Ante tal contexto, la industrialización del litio puede ser una oportunidad para vincular al sector productivo con el científico-tecnológico, y al mismo tiempo, repensar el modelo de desarrollo e inserción internacional a partir de las capacidades locales.

La ponencia busca abordar la interrelación entre política, industria y ciencia-tecnología en torno al litio en Argentina, para dar cuenta de las capacidades y desafíos del país para avanzar en la cadena de valor. Para ello, se plantea analizar aquellas iniciativas desarrolladas entre 2011 y 2015 tendientes a producir localmente baterías de litio. Se sostiene que, si bien las iniciativas emprendidas fracasaron entre otros obstáculos por los elevados costos de producción, la incapacidad de coordinar a todos los actores involucrados y al escaso financiamiento, la alternancia hacia un gobierno neoliberal con un modelo de desarrollo e inserción internacional opuesto ocasionó falta de sustentabilidad de las políticas públicas (institucionales, industriales y científico-tecnológicas), resultando en una pérdida de las capacidades y aprendizajes adquiridos en los años anteriores.



ESTUDIO DE NUEVOS ELECTROLITOS VÍTREOS A BASE DE FOSFATO Y BISMUTO Y ELECTRODOS POLIANIÓNICOS PARA BATERÍAS DE ION LITIO

Terny S.¹, Cardillo E.², di Prátula P.³, Frechero M.¹

¹INQUISUR-CONICET-Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

²INQUISUR-Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina-CIC-Provincia de Buenos Aires.

³Departamento de Química-Universidad Nacional del Sur.

Contacto: soledadterny@gmail.com; evangelina.cardillo@uns.edu.ar; frechero@uns.edu.ar

RESUMEN

Las baterías de litio se caracterizan por su alta energía específica, alta eficiencia y larga vida útil. Estas propiedades han hecho a estas baterías fuentes de alimentación únicas para el mercado de la electrónica de consumo, desempeñando un papel importante en la tecnología moderna. El objetivo de este trabajo es la síntesis y caracterización de nuevos materiales para cátodos (C) y electrolitos (E) que responden a una fórmula general del tipo **C: 0,375; Li₂O: 0,25; V₂O₅: 0,375; P₂O₅ E: x Li•{P/Bi} [con x=0.0; 1.9; 2.5; 3.7; 6, 10 %Li].**

Los vidrios de fosfatos son conocidos por sus propiedades físicas superiores, tales como alto coeficiente de expansión térmica, bajo punto de fusión, bajas temperaturas de reblandecimiento y alta conductividad eléctrica. Esto es útil para materiales de rápida conducción iónica, dispositivos de almacenamiento de energía y baterías de estado sólido; sin embargo, poseen desventajas como la poca durabilidad química, alta higroscopicidad y la naturaleza volátil que impidió su aplicación y sustitución en los vidrios comerciales. Las propiedades físicas de los vidrios de fosfatos que contienen Bi₂O₃ exhiben cambios discontinuos cuando el rol en la estructura del catión Bi³⁺ es sustituido por un enlace muy estable (P-O-Bi). La presencia de estos enlaces puede mejorar la durabilidad química, conductividad y otras propiedades físicas.

Para la síntesis de nuevos electrolitos vítreos, se buscó una composición a base de elementos “**amigables con el medioambiente**” persiguiendo incrementar la conductividad de ion Li⁺, la densidad corriente y desarrollar una celda que soporte eficientemente un gran número de ciclos de carga-descarga con un incremento de su vida útil.

Por otra parte, el dopado de los materiales catódicos con iones de metales de transición, *ion-doping*, es un método eficiente para mejorar la conducción electrónica intrínseca y la difusión del ion Li⁺. Además, el recubrimiento con fibras nano-carbonadas mejora la conductividad electrónica, actuando también como agente reductor para V⁵⁺/V³⁺. La *síntesis* se llevó a cabo mediante *SOL-GEL*.



PRODUCCIÓN DE HIDRÓXIDO DE LITIO ELECTROLÍTICO A PARTIR DE CARBONATO DE LITIO

Sobral L.¹, Venturini M.^{2,3}, Colombo S.², Flores M.².

¹Centro de Tecnología Mineral (CETEM), Av. Pedro Calmon, 900 - Cidade Universitária da Universidade, Rio de Janeiro, Brasil.

²Universidad Nacional de Avellaneda España 350 Avellaneda-Argentina.

³Laboratorio de Biominería GAATEN (CNEA), Av. Ptero González y Aragón N°15, Ezeiza-Argentina.

Contacto: mventurini.cnea.gob.ar

RESUMEN

En los últimos años el litio se ha convertido en uno de los recursos que más interés despierta en el mundo tanto, entre las empresas vinculadas con las industrias extractivas o la química, por ser una oportunidad atractiva de negocios.

En este sentido, la conversión de Carbonatos de litio en hidróxido de litio por tecnologías electroquímica, similares a la producción de soda cloro, llevaría un incremento de valor en la producción actual, y, por otro lado, se obtendría la materia prima central para fabricación de cátodos para las baterías.

La tecnología electroquímica posee la particularidad de producir purezas elevadas que, en el caso del LiOH, es fundamental y vital para la construcción de baterías. La extracción del litio es el eslabón inicial de la cadena, producción de cátodos, celdas y finalmente la producción de baterías.

Hasta ahora se han propuesto método en base a la utilización de salmueras naturales como material de partida. Las baterías requieren niveles muy bajos de impurezas, en particular sodio, calcio y cloruros. La producción de productos de hidróxido de litio con un bajo contenido de impurezas es tediosa y requiere uno o más pasos de purificación. Estos pasos de purificación adicionales se suman al tiempo y costos de la fabricación del hidróxido de litio deseado.

La obtención de NaOH puede realizarse por diversas vías: minería de sal de roca, extracción por disolución, evaporación solar de sal, purificación de residuos de KCl, y producción de sal a vacío. En este trabajo se realizó por una tecnología electrolítica por membrana y diafragma. En dichas celdas, mediante la aplicación de una corriente eléctrica, se consigue la ruptura de la molécula de LiCl. Como consecuencia de esta combinación, se obtuvo un producto de alta pureza, la cual podría ser oportuna para el país, ya que cuenta con experiencia y recursos de ambos procesos y; así de esta manera, pegar un salto en el desarrollo de la tecnología del litio y de baterías.



EFFECTO DEL DOPAJE EN LA RECARGA DE LA BATERÍA DE Li-O₂: UN ESTUDIO

DFT

Cortes H.A.¹, Zapata J.F.^{2,3}, Barral M.A.^{2,3} y Vildosola V.L.^{2,3}

¹Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física/INQUIMAE, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pab.II, Buenos Aires C1428EHA, Argentina.

²Departamento de Física de la Materia Condensada (CNEA), Av. General Paz 1499, Villa Maipú, Buenos Aires B1650, Argentina.

³Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA-CONICET).

Contactos: hacortesp@gmail.com; barral.andrea.m@gmail.com; vvildosola@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo, realizamos cálculos DFT utilizando funcionales híbridas HSE para describir adecuadamente la naturaleza aislante del peróxido de litio (Li₂O₂), el principal producto de descarga de la batería de Li-O₂. Estudiamos las distintas superficies expuestas para analizar el proceso de delitaci3n que ocurre durante la recarga de la bater3a y que influye en la eficiencia del dispositivo. Luego analizamos c3mo el car3cter aislante de este material y los distintos defectos intr3nicos afectan los pasos electroqu3micos de la descomposici3n del Li₂O₂ durante la carga. Adem3s estudiamos el efecto del dopaje y proponemos un posible escenario en el que los iones Na⁺ o K⁺, originalmente disueltos en el electrolito, pueden dopar el Li₂O₂ y promover la generaci3n de vacancias de Li. Mostramos que la presencia de los dopantes y los defectos generados reducen la barrera de energ3a de los pasos limitantes en la descomposici3n del Li₂O₂, lo que resulta beneficioso para el desempe3o de la bater3a. El origen de esta reducci3n del sobrepotencial de recarga son las distorsiones estructurales ocasionadas por los dopantes, las cuales debilitan las uniones qu3micas de la superficie facilitando su descomposici3n.



DISEÑO DE UNA RESINA POROSA COMPLEJA PARA EL ESTUDIO DINÁMICO DE LOS FENÓMENOS DE NANOCONFINAMIENTO

Martinez A.A.^{1,2}, Gasnier A.^{1,2}, Gennari F.C.^{1,3,4}

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CAB, CNEA), Av. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

²Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN, CNEA-CONICET), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

³Departamento Físicoquímica de Materiales, Gerencia de Investigación Aplicada, Centro Atómico de Bariloche (CAB, CNEA), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

⁴Universidad Nacional de Cuyo (Instituto Balseiro), Centro Atómico Bariloche (CAB, CNEA), Av. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

Contacto: andreaalejandra_m@yahoo.com.ar

RESUMEN

Los hidruros de metales livianos poseen una alta capacidad gravimétrica de almacenamiento del H₂. Entre ellos, los derivados de litio gozan de una importancia estratégica en Argentina. LiBH₄ presenta una capacidad de 18,4%, pero necesita de altas temperaturas (~500°C) para liberar H₂. Varias estrategias se investigaron para mejorar su cinética (tamaño de partículas, mezclas de hidruros, catalizadores metálicos), en particular su nanoconfinamiento en matrices mesoporosas. Para mejorar las propiedades funcionales de este sistema, se propusieron diversos métodos para obtener matrices con tamaños de mesoporos reducidos. Se trató de entender los fenómenos que rigen estas mejoras con distintas técnicas (RMN, QENS); pero a pesar del rol central de la impregnación de los poros por el hidruro fundido, se estudió escasamente los fenómenos que controlan este proceso en una matriz carbonosa.

Elaboramos una matriz mesoporosa compleja para evaluar de manera dinámica como el tamaño de los poros determina su impregnación. La evolución del tamaño de los poros antes y después de la impregnación se determinó por isotermas de adsorción de nitrógeno. Pudimos determinar qué poros se llenan primero, cómo se llenan, y relacionarlo con los parámetros funcionales del material nanoconfinado.

Este trabajo presenta el método de síntesis de una matriz carbonosa compleja compuesta por microporos y mesoporos definidos de 6, 10, 15 y 25 nm, de volúmenes idénticos (0,16 cm³/g). Se impregnó a 10, 50 y 90% (v/v) con LiBH₄ y se evaluó la evolución de distribución de tamaño de poros. Se relacionó con mediciones características del material (tales como DSC y TG donde además se analizó la liberación de H₂ del material).

Se observó que los poros de menor tamaño se llenan más rápidamente, pero no



exclusivamente, axialmente y no radialmente. Se ilustró que a contrario de lo que se supone en la literatura, el relleno de los poros por LiBH_4 es muy favorable, con poco material afuera de los poros inclusive a un alto grado de relleno, tanto para poros grandes como reducidos.

La combinación entre una síntesis sencilla de un material complejo, mediciones sistemáticas e interpretación rigurosa brindó información de alta relevancia para la temática.



APLICACIÓN DE ISÓTOPOS DE Li Y Sr EN EL ESTUDIO DEL ORIGEN Y CONCENTRACIÓN DEL Li EN SALARES DE LA PUNA

Sarchi C.^{1*}, Caffè P.J.¹, Becchio R.², Meixner A.³, Lucassen F.³, Kasemann S.³

¹Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA), Universidad Nacional de Jujuy-CONICET, Instituto de Geología y Minería, S. S. de Jujuy, Argentina.

²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.

³MARUM-Center for Marine Environmental Sciences and Faculty of Geosciences, Universidad de Bremen, Leobener Str. 8, 28359, Bremen, Alemania.

Contacto: csarchi@idgym.unju.edu.ar

RESUMEN

Los salares de la Puna Argentina (22,5°-27°S) constituyen parte del llamado “Triángulo del litio”, es decir que el contenido de este metal en estas cuencas es lo suficientemente elevado como para configurar depósitos de interés minero. Sin embargo ¿Cuál es el origen de este metal? ¿Cómo se movilizó hasta los salares? ¿Mediante qué procesos pudo haberse concentrado? Todos estos interrogantes aún esperan una respuesta, la cual es clave para evaluar la sustentabilidad del litio como recurso. Nuestro grupo de investigación estudia los principales tipos de rocas presentes en la Puna y su potencialidad como fuente de Li, como así también los sedimentos, sales y salmueras provenientes de algunos salares con el objetivo de entender en qué condiciones se movilizó y concentró dicho elemento en estas cuencas. Para esto empleamos isótopos radiactivos de Sr e isótopos estables de Li. Los isótopos son átomos de un determinado elemento cuyos núcleos contienen un mismo número de protones, pero distinta cantidad de neutrones. Para el Li se han reconocido en la naturaleza dos variedades estables, ⁶Li y ⁷Li, siendo esta última la más abundante por amplia diferencia (⁶Li 7,5% y ⁷Li 92,5%). Su alta diferencia relativa de masa (aproximadamente 16%) y limitado fraccionamiento en procesos de alta temperatura los hace particularmente interesantes como trazadores de procesos de extracción-movilización en el ambiente superficial (caso de los salares puneños). Este enfoque, tiene la intención de brindar la línea de base imprescindible para estudios complementarios de proveniencia del litio en otros salares del Altiplano-Puna y su movilización, el rol de los procesos de alta temperatura en el comportamiento del litio (ej. asociado a sistemas hidrotermales) así como para comprender los mecanismos de fraccionamiento isotópico de este metal a bajas temperaturas.



SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DEL EFECTO ISOTÓPICO DEL Li SOBRE Ni Y GRAFENO PARA APLICACIONES EN TECNOLOGÍA NUCLEAR

Cabello F., Bellora M.S., Barral M.A., Viva F.A., Vildosola V., Corti H.

Departamento de Física de la Materia Condensada (CNEA), Av. General Paz 1499 Villa Maipú, Buenos Aires B1650, Argentina.

Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (CNEA-CONICET).

Contacto: federicocabello@cnea.gov.ar

RESUMEN

La separación isotópica del Li se presenta como una gran oportunidad a nivel mundial y nacional en tecnología nuclear, por la creciente demanda y valor agregado que poseen las sales de los isótopos ${}^6\text{Li}$ y ${}^7\text{Li}$ puras o enriquecidas más de un 90% en sus distintas aplicaciones. Esto ha incentivado la investigación en torno al desarrollo de nuevos métodos de separación isotópica igual o más eficientes que los basados en la utilización de mercurio, y que a la vez sean ambientalmente sustentables. El proceso de separación isotópica mediante métodos electroquímicos depende de las características de los materiales utilizados, además de las variables de trabajo como la temperatura, densidad de corriente, entre otras. Identificar mediante modelado fisicoquímico cuáles son los factores más relevantes o limitantes para lograr una separación más eficiente es de incalculable valor a la hora de elegir los materiales a investigar experimentalmente. En este trabajo presentamos cálculos teóricos de la adsorción de distintas estructuras de Li sobre la superficie (111) del níquel y sobre el grafeno (monocapa y bicapa), con el fin de estudiar el efecto isotópico sobre estos sustratos. Calculamos el corrimiento en las frecuencias de vibración de los isótopos adsorbidos y, a partir de ellas, obtenemos las funciones de partición reducidas con las cuales se obtiene el factor de fraccionamiento isotópico (R) en el equilibrio para cada situación simulada. El R calculado es comparado con los resultados experimentales obtenidos por el grupo y los reportados en la bibliografía. Los cálculos muestran corrimientos isotópicos resolubles por la simulación propuesta y valores de R en razonable acuerdo con los datos experimentales disponibles. Nuestros resultados indican que el fraccionamiento depende fuertemente de la morfología de las estructuras depositadas o insertadas, lo cual es consistente con la dispersión que presentan los resultados experimentales. Probablemente esto se deba a que la morfología de deposición depende de las distintas variables de operación del setup experimental. El análisis de los distintos sistemas estudiados indica que el R será mayor para aquellos sustratos sobre los cuales el Li se ligue más débilmente entre sí y con el sustrato.



ESTUDIO DFT DE FUNCIONES TERMODINÁMICAS Y PROPIEDADES VIBRACIONALES DE INTERCALACIÓN DE Li EN “BULK” DE TiO₂(B)

Juan J.¹, Fernández-Werner L.², Bechthold P.¹, Jiménez M.J.¹, Jasen P.V.¹, Faccio R.²,
González E.A.¹

¹Instituto de Física del Sur (IFISUR), Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS), CONICET, Av. L. N. Alem 1253, B8000CPB-Bahía Blanca, Argentina.

²Área Física & Centro NanoMat, DETEMA, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

Contacto: julian.juan@uns.edu.ar

RESUMEN

Un material con potencial para ser utilizado en baterías de ion-litio es el TiO₂(B), el cual asegura muchos beneficios. La teoría de la funcional densidad con metodología de Hubbard (DFT+U) fue implementada para modelar el Li dopado en TiO₂ (B), mediante el código VASP. Se realizaron estudios de la estructura geométrica, electrónica y de la diferencia de densidad de carga para poder calibrar los sistemas. El análisis de diferencia de densidad de carga confirma que la transferencia de carga se da desde el Li al óxido. Los estudios de estructura electrónica demuestran que el material es de carácter metálico, un semiconductor tipo *n* y que existe un pequeño momento magnético presente.

Se obtuvieron las densidades de estado fonónicas y la representación irreducible de los sistemas de Li-TiO₂(B). Se realizaron estudios de simulación de espectroscopía Raman para el “bulk”. Los sistemas dopados presentan dispersión y desplazamiento de los picos de intensidad de los espectros.

Las propiedades termodinámicas estudiadas fueron la energía libre de Gibbs, la temperatura de Debye, el módulo de “Bulk”, capacidades caloríficas y las expansiones térmicas mediante el código libre PHONOPY. Estos demuestran que los dos sistemas dopados con Li son estables y que tienen propiedades mejores. Esto se ve en las temperaturas de Debye obtenidas, para 546, 574 y 578 K para el “bulk”, los sistemas dopados A1 y A2, respectivamente. En conclusión, los resultados obtenidos aquí son novedosos para los sistemas dopados y pueden ser utilizados para ayudar parcialmente a entender las propiedades a nivel atómico de estos materiales y además para ser comparados con trabajos experimentales para el material potencial para ánodos de baterías de ion-Litio.



ESTUDIOS DE NITRURO DE BORO SOBRE ÁNODOS DE LITIO METÁLICO

Peñaranda G.¹, Cometto F.P.², Bracamonte M.V.¹, Calderón C.A.¹

¹Instituto de Física Enrique Gaviola, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Medina Allende S/N, ciudad universitaria, Córdoba, Argentina.

²Instituto de Investigaciones en Fisicoquímica de Córdoba, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Haya de la Torre esq. Medina Allende, ciudad universitaria, Córdoba, Argentina.

Contacto: gpenaranda@unc.ed.ar

RESUMEN

Las baterías de ion litio alcanzaron su límite teórico de densidad energética, por lo que es necesario desarrollar nuevas tecnologías. Las baterías de litio metálico son una opción prometedora ya que éste presenta la mayor densidad energética teórica y el menor potencial de reducción. Sin embargo, existen algunos problemas a solucionar. Cuando el electrolito de una celda entra en contacto con el litio metálico se descompone formando una interfaz de electrolito sólido (SEI) que es químicamente estable y conductora de iones Li^+ . Durante los procesos de disolución/deposición, el Li^+ difunde a través de la SEI produciendo grietas y huecos en la interfaz que favorecen la formación de litio de alta área superficial (HSAL). Esto provoca un continuo consumo de litio y electrolito, disminución de la eficiencia coulombica y problemas de seguridad. Una estrategia frente a esto es la modificación de la superficie metálica para mejorar las propiedades de la SEI formada. Diversos estudios demostraron que la inclusión de boro en la SEI de litio mejora sus propiedades y disminuye la formación de HSAL. En este trabajo utilizamos el compuesto bidimensional nitruro de boro para modificar la superficie de litio metálico, estudiamos la composición de la SEI formada mediante espectroscopía XPS y determinaciones electroquímicas.



MATERIALES AVANZADOS CON MORFOLOGÍA CONTROLADA PARA BATERÍAS DE ION LITIO

Rada E.¹, Lima E.¹, Ruiz F.², Moreno M.S.¹

¹Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN, CNEA-CONICET), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

²Gerencia de Investigación Aplicada (CAB-CNEA), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

Contacto: evilus.rada@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN

El uso de materiales nanoestructurados para electrodos de baterías de litio busca solucionar los problemas de ciclabilidad y de baja velocidad de carga/descarga que presentan los materiales masivos. Así, al controlar la morfología de las partículas es posible minimizar la degradación mecánica y química del material activo, prolongando así su vida útil. Por otro lado, reducir el tamaño de las partículas acorta los caminos para la difusión del litio, mejorando la velocidad de carga/descarga. En este trabajo, sintetizamos nanoestructuras de LiMn_2O_4 con morfología controlada y evaluamos sus propiedades electroquímicas como material catódico. Utilizamos un método de síntesis por descomposición térmica de precursores órgano-metálicos asistido por surfactantes, seguido de tratamiento térmico en aire. El análisis de la estructura cristalina y la morfología en este tipo de materiales requiere del uso de técnicas de caracterización con alto nivel de sensibilidad. Por lo tanto, además de difracción de rayos X, utilizamos difracción de electrones, microscopía electrónica de transmisión de alta resolución y espectroscopía de pérdida de energía de electrones. Las propiedades electroquímicas se evaluaron por ciclado de carga y descarga, voltamperometría cíclica y espectroscopía de impedancia electroquímica. Modificando la temperatura de síntesis obtuvimos dos tipos de morfologías: nanoestructuras sólidas con tamaño promedio de 22 nm y nanoestructuras huecas porosas con tamaño promedio de 51 nm y espesor de pared promedio de 13 nm. En ambos casos, se obtuvieron coeficientes de difusión de litio de 2 y 3 órdenes de magnitud superior a los reportados para el material masivo. Las nanoestructuras huecas exhiben menor capacidad de descarga inicial que las sólidas, pero mayor retención de la capacidad luego de 200 ciclos de carga/descarga (82%), indicando que las características de esta morfología mejoran la resistencia a del material a la degradación mecánica y química.



PREPARACIÓN DE MEMBRANAS DE FASE DUAL PARA SU APLICACIÓN EN LA SEPARACIÓN SELECTIVA DE CO₂

Morales M.D.^{1,2}, Arneodo Larochette P.^{1,2,3}, Gennari F.C.^{1,2,3}

¹Departamento Físicoquímica de Materiales, Gerencia de Investigación Aplicada, Centro Atómico Bariloche (CNEA), Av. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche (CNEA), Av. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

³Universidad Nacional de Cuyo (Instituto Balseiro), Centro Atómico Bariloche (CNEA), Av. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

Contacto: mdolo.morales@gmail.com

RESUMEN

La emisión de CO₂ a la atmósfera producida por la quema de combustibles fósiles, debido a los medios de transporte y a la actividad industrial, ha sido identificada como la principal contribución al problema ambiental del calentamiento global. Por este motivo, es de gran interés el desarrollo de tecnologías de captura, almacenamiento y utilización que permitan evitar o reducir la liberación de este gas de efecto invernadero al ambiente.

En los últimos años, las membranas duales formadas por una fase inorgánica porosa y una de carbonato fundida, han sido propuestas y estudiadas para la separación selectiva de CO₂ exhibiendo buenos resultados a alta temperatura (>500°C). Mientras que el soporte de óxido mixto es el responsable del transporte de iones oxígeno y/o electrones dentro de la membrana, los carbonatos fundidos de litio, sodio y potasio infiltrados en la estructura porosa del soporte proporcionan el transporte de iones carbonato. El mecanismo exacto de operación de estas membranas de fase dual cerámico-carbonato para la separación selectiva de CO₂ está aún en debate. Sin embargo, el mecanismo ampliamente aceptado es aquel en el cual el CO₂ se combina con el ion oxígeno (O²⁻) para dar un ion carbonato (CO₃²⁻) y se transporta a través de la membrana bajo la fuerza impulsora del gradiente de presión parcial de CO₂.

En este trabajo se muestra la aplicación de Li₂CO₃ como recurso nacional para la separación de CO₂ de una mezcla gaseosa de interés energético. Se presenta la preparación de membranas duales a base de soluciones sólidas de óxido de cerio dopado con gadolinio y la fase carbonato correspondiente al eutéctico de Li₂CO₃-Na₂CO₃. El control de la microestructura y la geometría macroscópica del soporte inorgánico es una etapa fundamental del trabajo ya que este material es quien retiene el carbonato fundido, y definirá las propiedades de la membrana resultante (grosor, tortuosidad, porosidad). En este contexto, es de interés el estudio de la evolución de las fases y de las características



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

microestructurales/texturales durante el proceso de compactado de la membrana, sinterizado y posterior impregnación con los carbonatos. Se presentan las principales características de las membranas obtenidas.



SILICATOS DE LITIO MODIFICADOS PARA CAPTURA DE CO₂

Geuna A.¹, Grasso M.L.^{1,2}, Castro F.^{1,2,3}, Gennari F.^{1,2,3}

¹Departamento de Físicoquímica de Materiales, Gerencia de Investigación Aplicada (CAB, CNEA), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, CAB, CNEA), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

³Universidad Nacional de Cuyo (Instituto Balseiro, CAB, CNEA), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

Contacto: antonela.geuna@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN

El incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (principalmente CO₂) al ambiente lleva al agravamiento del calentamiento global. Dado que el consumo de energía va en aumento, y las plantas de generación eléctrica que utilizan combustibles fósiles son las que emiten mayores cantidades de CO₂, la captura post combustión en centrales térmicas empleando materiales cerámicos, es un método promisorio para reducir sus niveles en la atmósfera. En este trabajo se sintetizó un material cerámico para captura de CO₂ a altas temperaturas y bajas presiones parciales: el ortosilicato de litio (Li₄SiO₄).

Se preparó Li₄SiO₄ con diferentes reactivos. Los materiales de partida se sometieron a molienda mecánica (T=ambiente, atm=aire, Vel.= 400 rpm, t=1h), y posterior tratamiento térmico en mufla a 5°C/min hasta 800°C (manteniendo durante 1 o 5 h dependiendo de la mezcla inicial). La caracterización de los mismos se llevó a cabo mediante Calorimetría Diferencial de Barrido, Termogravimetría, Espectrometría de Masa, Difracción de Rayos X, y Microscopía Electrónica de Barrido.

En todos los casos, se comprobó que el mecanismo de formación del Li₄SiO₄ ocurre en dos etapas: en la primera, dada la proximidad de las especies, se forma metasilicato de litio Li₂SiO₃, que luego reaccionará con óxido de litio (Li₂O) para formar Li₄SiO₄. Es relevante que, para los materiales aditivados, el cerámico se obtiene a menor temperatura debido a la formación de una fase fundida de carbonato mixto de sodio y litio (LiNaCO₃) en una reacción eutéctica entre Li₂CO₃ y Na₂CO₃. El Li₄SiO₄ en atmósfera de CO₂ absorberá al gas, y su capacidad y cinética de carbonatación dependerá de la rampa de calentamiento y los aditivos empleados. Al evaluar la masa de CO₂ en el material como función de la temperatura, ante un tratamiento térmico, se observa que los materiales dopados comienzan el proceso de carbonatación a menor temperatura, y que el material aditivado con NaF presenta una mayor capacidad de carbonatación. Ésta última permanece prácticamente invariante hasta el 5^{to} ciclo



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

de uso, y su velocidad de captura aumenta con el número de usos, lo que lo convierte en un material promisorio para profundizar la investigación.



CÁLCULOS AB-INITIO DE TITANATOS DE LITIO Y DE SODIO, COMO ÁNODOS DE BATERÍAS DE ION-LITIO

Gimenez M.C.¹, Reinaudi L.², Amaya-Roncancio S.³, Chauque S.⁴, Oliva F.Y.², Cámara O.R.²
Leiva E.P.M.².

¹IFEG, FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

²INFIQC, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

³INFAP, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina.

⁴Departamento de Química Fundamental, Instituto de Química, Universidade de Sao Paulo, Brazil.

Contacto: ceciliagim@gmail.com

RESUMEN

Una batería de ion-litio contiene un ánodo (típicamente de grafito), un cátodo comúnmente formado por un óxido metálico y un electrolito que consiste en una solución de sal de litio en un solvente orgánico. Como alternativa a los tradicionales ánodos de grafito, se pueden utilizar también ánodos de titanatos de litio o de titanatos de sodio, los cuales presentan ventajas y desventajas en relación a los primeros.

En el presente trabajo, se realizaron cálculos ab initio, dentro del marco de la teoría del funcional de la densidad (DFT), para diferentes compuestos de titanato de litio, relacionados con la espinela $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (cuya forma litiada es $\text{Li}_7\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) y titanatos de sodio (en particular los compuestos $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$ y $\text{Na}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$).

Debido a la complejidad de la estructura de los compuestos $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ y $\text{Li}_7\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, en la primera etapa de este trabajo, se analizaron los compuestos relacionados LiTi_2O_4 y $\text{Li}_2\text{Ti}_2\text{O}_4$. En una etapa posterior, algunos átomos de Ti en estas estructuras fueron reemplazados sistemáticamente por átomos de Li en los sitios cristalográficos correspondientes para construir la estructura del compuesto de interés (Amaya-Roncancio et al., 2020).

Para el caso del titanato de litio, promediando las energías de las estructuras parcialmente sustituidas, el potencial de litiación fue estimado en 1,60 V, en excelente acuerdo con el valor experimental. A partir de cálculos de NEB, el coeficiente de difusión fue estimado en $1,67 \cdot 10^{-11} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$, mostrando un acuerdo razonable con los valores experimentales (Chauque S. et al., 2017).

Para los titanatos de sodio, se estudió la posible inserción de un átomo de Litio en diferentes sitios de la estructura original, en busca de los energéticamente más favorables. Con el fin de realizar un estudio comparativo, también se analizó la inserción de átomos de sodio en los mismos sitios, en busca de otras opciones, como la posibilidad de estudiar baterías de ion-sodio.



EFFECTO DE LA TÉCNICA DE CONFORMADO SOBRE LA DENSIDAD, MICROESTRUCTURA Y CONDUCTIVIDAD IÓNICA DEL METAZIRCONATO DE LITIO MONOCLÍNICO (Li_2ZrO_3)

Orsetti N.G.^{1,2}, Yasnó J.P.¹, Gamba M.¹, Moreira Toja R.^{1,2}, Lorenzo G.^{1,2}, Frechero M.⁴, Suarez G.^{1,2}

¹Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC), Camino Centenario y 506, Gonnet (La Plata), Buenos Aires, Argentina.

²Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), 47 y 115, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), calle 47 y 116, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

⁴Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Alem 1253, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: norsetti@cetmic.unlp.edu.ar norsetti@quimica.unlp.edu.ar

RESUMEN

En el marco del nuevo paradigma ambiental global, los zirconatos de litio están siendo ampliamente estudiados como materiales cerámicos funcionales con aplicación en diversas tecnologías para disminuir la huella de carbono.

El objetivo de este trabajo es sintetizar m- Li_2ZrO_3 y analizar el efecto de la técnica conformado sobre las propiedades finales de los materiales.

Se sintetizó m- Li_2ZrO_3 puro a partir de reacción en estado sólido entre Li_2CO_3 y m- ZrO_2 , en dos etapas isotérmicas de 3 horas cada una (800 y 1000°C). Se conformaron piezas a través del prensado uniaxial de polvo a 100 MPa (discos de 1,5 cm de diámetro y 0,5 g de masa) y por colado de suspensiones cerámicas en moldes de yeso (slip-casting). Las suspensiones se prepararon a partir de una dispersión de 63% p/p de m- Li_2ZrO_3 en medio acuoso amoniacal, adicionando un dispersante comercial, en un molino planetario de alta energía. El tiempo óptimo de molienda se determinó analizando la variación del tamaño de partícula y la viscosidad.

Las piezas conformadas por ambas técnicas se sinterizaron a 1100°C durante 12 horas. Las densidades se midieron por el método de Arquímedes. Las fases presentes y las microestructuras se analizaron por DRX y por microscopía electrónica de barrido, respectivamente. La conductividad iónica se midió por espectroscopia de impedancia electroquímica, desde temperatura ambiente hasta 300°C, en atmósfera normal, seca.

La técnica de conformado por slip-casting resultó en piezas con mejores propiedades con respecto a las obtenidas por prensado uniaxial. En el primer caso se obtuvieron densidades



cercanas al 85% con respecto a la densidad teórica del material (DT) y un tamaño medio de grano de 2,4 μm luego de ser sinterizadas. En cambio, las piezas conformadas por prensado uniaxial presentaron densificaciones del 68% con respecto a la DT y un tamaño medio de grano de 3,1 μm luego del tratamiento térmico. En ambos casos, los difractogramas de las piezas revelaron la presencia de $m\text{-Li}_2\text{ZrO}_3$, sin evidencia de la fase tetragonal, aunque las piezas conformadas por slip-casting presentaron impurezas de $m\text{-ZrO}_2$. La conductividad iónica a 300°C resultó del orden de 10^{-6} S/cm en ambos casos.



MODELADO DFT DE MATERIALES PARA BATERÍAS DE LITIO-AZUFRE

Lobo Maza F.¹, Morel L.¹, Navarro Di Mari L.¹, Costello V.¹, Villagrán López C.¹, Aramburu V.¹,
López M.B.¹, Zoloff Michoff M.²

¹Centro de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (CIFTA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300, Catamarca, Argentina.

²Instituto de investigaciones en Físicoquímica de Córdoba (INFIQC), Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Medina Allende N°1998, Córdoba, Argentina.

Contacto: felobomaza@exactas.unca.edu.ar

RESUMEN

En el presente trabajo presentaremos una de las líneas de investigación que se desarrollan en el Centro de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (CIFTA) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca.

Mediante cálculos basados en DFT, empleando los softwares del Quantum Espresso y Gaussian 09, se diseña, analiza y caracteriza materiales activos para implementar en cátodos y ánodos de baterías de litio-azufre. De esta manera se contribuye en posibles soluciones para los conocidos inconvenientes que presentan estos dispositivos.

Con respecto al cátodo, una de las alternativas es el uso de sulfuro de litio ya que es posible acoplarlo a ánodos libres de Li, tales como grafito, Si o Sn. No obstante, tanto el sulfuro de litio, al igual que el azufre, son aislantes electrónicos e iónicos, con un alto potencial de activación para su paso de oxidación inicial. Además, se reportó que el valor de la constante dieléctrica produce una dramática reducción de la barrera de activación de la reacción. Por lo tanto, se determinan las barreras para la descomposición del Li_2S aislado y dónde el efecto del solvente es modelado con la introducción de moléculas explícitas de DOL (1,3-dioxolano), DME (dimetil éter) y DMF (dimetilformamida), en combinación con una descripción implícita, en la cual el sistema es embebido en un dieléctrico continuo.

Por otro lado, para poder emplear litio metálico como ánodo, se estudian diferentes posibilidades dentro de las cuales se encuentra el diseño de materiales 2D que puedan emplearse como lámina protectora del electrodo. De esta manera, se estudia el material 2D con estructura $g\text{-C}_3\text{N}_4$ analizando la eficacia de su naturaleza para permitir la adsorción y rápida difusión de los iones litio, evitando el crecimiento de dendritas. La caracterización se realiza según los descriptores basados en la naturaleza electrónica, evaluando también el efecto del dopado con elementos como P, O, S y B, así como también el grado de dopaje.

Para complementar estos datos, se analiza la termodinámica de adsorción en diferentes sitios y la difusión del litio así como también las barreras cinéticas para su difusión, mediante el método de la banda elástica (c-NEB).



DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE CELDAS INTELIGENTES PARA APLICACIONES DE BMS

Quiñones F., Milocco R.H.

Grupo de Control Automático y Sistemas-Depto. de Electrotecnia-Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional del Comahue.

RESUMEN

El sistema de gestión inteligente de baterías (o BMS por sus siglas en inglés) es todo el hardware y software encargado de manejar la carga y la energía almacenada en un banco de baterías de manera segura y eficiente. En este sentido, el desarrollo llevado a cabo consiste en la fabricación de un sistema de BMS distribuido formado por placas electrónicas de procesamiento individual. Cada una de estas placas posee medidores de corriente, tensión y temperatura, un microcontrolador programable, y otros componentes que permiten hacer un seguimiento local de una batería. Estas unidades conectadas a las baterías forman lo que se denomina celda inteligente (CI).

Básicamente una CI es una batería auto-monitoreada que procesa localmente las mediciones para calcular indicadores como el estado de carga (SoC) o el tiempo remanente. En el prototipo desarrollado, estos indicadores se calculan resolviendo las ecuaciones de un modelo electroquímico. Tanto las mediciones adquiridas, como el resultado del procesamiento, puede solicitarse externamente por una PC o por alguna otra CI dentro de un sistema de comunicación maestro-esclavo.

Actualmente, las placas desarrolladas están equipadas con distintos componentes electrónicos comerciales. Sin embargo, el objetivo final es diseñar y fabricar un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC) que pueda ser adosado a una batería para convertirla en una celda inteligente. Este desarrollo fue llevado a cabo en la Universidad Nacional del Comahue y participaron del mismo otras instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Actualmente se está trabajando, además, con el Centro de Simulación Computacional para Aplicaciones Tecnológicas.



COMPORTAMIENTO ELECTROQUÍMICO Y ESTRUCTURAL DE ÁNODOS DE SILICIO A PARTIR DE SIMULACIONES COMPUTACIONALES

Fernandez F.¹, Paz A.², Otero M.¹, Barraco M.¹, Leiva E.²

¹IFEG, Facultad de Matemáticas, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Medina Allende s/n, Córdoba, Argentina.

²INFIQC, Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Medina Allende N° 1998, Córdoba, Argentina.

Contacto: ffernandez@famaf.unc.edu.ar

RESUMEN

Los ánodos de Silicio han demostrado ser prometedores en las baterías de ion-litio debido a su gran capacidad teórica de 3579 mAhg^{-1} , diez veces mayor a la de los ánodos usuales de grafito, su voltaje bajo de descarga y su bajo costo. Como contraparte a ello, una de sus principales desventajas es que sufren un cambio volumétrico de alrededor del 300% durante el ciclado, lo que provoca cambios estructurales abruptos que llevan a su degradación y a una menor vida útil. Las simulaciones computacionales de dinámica molecular nos permiten estudiar los cambios estructurales que se dan cuando se forman estructuras amorfas de Li_xSi . En este trabajo utilizamos un potencial semi empírico ReaxFF desarrollado por Fan et al. 2013, para modelar la fuerza de interacción entre los átomos.

Para obtener estructuras amorfas cercanas al equilibrio, se realizó una exploración acelerada de mínimos locales (AELM) (F. Fernández, 2021), que fue aplicada a distintas concentraciones en las que se obtuvo una dispersión de mínimos, seleccionando para los cálculos aquellos que pertenecen a la campana con menor energía media.

A dichas estructuras se les calculó el cambio fraccional de volumen ante la litiación, con respecto al volumen cristalino del Si, y se obtuvo una concordancia en la tendencia cualitativa y cuantitativa con valores experimentales (L. Beaulieu et al, 2003) y teóricos (V. Chevrier et al., 2009).

Por otro lado, utilizando las energías mínimas, se obtuvo la curva de potencial *versus* Li. Para ello fue necesario calcular las energías de formación para las distintas concentraciones y utilizarlas como una aproximación a la energía de formación de Gibbs, que nos permite obtener el potencial *V versus* Li metálico a partir de su derivada. Las energías de las estructuras amorfas reflejan correctamente el rango de valores de la curva potencial en función de la concentración de Li a la hora de contrastarse con mediciones experimentales (T. Hatchard et al., 2004) y cálculos teóricos (V. Chevrier et al., 2009).



TRANSPARENCIA DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL EN EL TRIÁNGULO DE LITIO

Clavijo A.¹, Díaz Paz W.F.¹, Lorca M.², Olivera Andrade M.³, Iribarnegaray M.A.², Garcés I.⁴

¹Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), CONICET. Universidad Nacional de Salta, Argentina.

²Instituto de Investigaciones en Ciencias Sociales y Educación de la Universidad de Atacama, Chile.

³The Global Political Ecology of Lithium Commodity Chain (Proyecto LITHIUM), Postgrado en Ciencias del Desarrollo (CIDES) Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

⁴Departamento de Ingeniería Química y Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.

Contacto: aclavijo@gmail.com

RESUMEN

El uso del litio se presenta como una alternativa a la crisis climática, uno de los mayores retos globales del siglo XXI. Principalmente es utilizado para la fabricación de baterías de ion-litio, indispensables para la transición hacia la electromovilidad. Chile y Argentina (junto con China) son los principales productores mundiales de litio a partir de salmueras; Bolivia tiene los mayores recursos del mundo que aún no han sido explotados comercialmente. Son los llamados países del triángulo del litio, donde la presión extractiva ha aumentado considerablemente en la última década. En ellos encontramos diferentes condiciones históricas, legislativas y políticas sobre la extracción e industrialización del litio, que tienen un impacto directo en las comunidades que viven en los salares donde se extrae. Sudamérica vuelve a enfrentarse al histórico dilema estructural de qué hacer con sus abundantes recursos naturales. El potencial de la transparencia para informar y empoderar es fundamental para la participación de todos los actores involucrados en los procesos de toma de decisiones, como base para la resolución de conflictos territoriales. Pero estos actores no tienen a disposición toda la información relativa al impacto real de la minería de litio sobre el frágil equilibrio hidrológico y socio-productivo de sus territorios. Para explorar esta cuestión, se discute la posible brecha existente entre la generación de información ambiental en esta actividad y la real disponibilidad para la población. Se identificó que la falta de transparencia se relaciona con desequilibrios de poder y conflictos más amplios sobre normas, prácticas y objetivos de la gobernanza global.



OBTENCIÓN Y DESARROLLO DE UNA ALEACION DE Al-Li UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA AEROESPACIAL

Ruiz Diaz F., Gonzalez A., Tovia D., Cozzarin A.L., Lacoste J., Feloy L., Maffia E.

UIDET-ProInTec I&D-Facultad de Ingeniería-UNLP. Departamento de Mecánica Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Calle 1 y 47, Tel. 423-6677/8 Buenos Aires, Argentina.

Contacto: fernando.ruizdiaz@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

El empleo del litio a escala mundial mayoritariamente está asociado con el concepto de energías renovables, sin embargo, existen otras aplicaciones que, si bien requieren de una menor demanda de este elemento, no por ello son menos importantes, tal es el caso de aleaciones de Al-Li. El desarrollo de estas aleaciones a escala local es un aporte de importancia en lo que hace a la soberanía tecnológica Nacional. Estas aleaciones se caracterizan por resultar más livianas que las tradicionales de aluminio, y con mayores propiedades mecánicas lo que permite que ofrezcan una elevada resistencia específica. Por estas características y en conjunción con la tecnología de soldadura por fricción agitación (Friction Stir Welding) son de gran utilidad en la industria aeroespacial, en particular, en la estructura y tanques de combustibles de vehículos espaciales, como así también en otras aplicaciones estratégicas.

A partir de 1980, las dos grandes multinacionales de la industria del aluminio avanzaron en la investigación de nuevas aleaciones de Al-Li con el fin de dar respuestas a las necesidades en la industria aeronáutica y para competir con materiales compuestos reforzados con fibra de carbono. Una de las aleaciones más utilizada es la aleación AA2195 (Al-Cu-Li) que se utiliza en aplicaciones que requieren alta resistencia, baja densidad y buena soldabilidad, por lo que ha sido muy estudiada por parte de las industrias aeroespacial y militar. Desde la UIDET ProInTec se viene trabajando desde el 2013 en el desarrollo de estas aleaciones de alta resistencia, no solo en la etapa de obtención sino en el proceso termomecánico para lograr las más altas prestaciones mecánicas.

En el presente trabajo exponemos los resultados obtenidos en el desarrollo y procesado de las aleaciones de Al-Li, como la aleación AA2195 utilizadas para confeccionar chapas unidas por un método de soldadura por fricción (FSW). Esto favorecería la fabricación de tanques de almacenamiento de combustible utilizadas en la industria aeroespacial.



ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA EXTRACCIÓN DE LITIO DESDE ALFA ESPODUMENO MEDIANTE FLUORACIÓN CON KF

Rosales G.D.¹, Resentera A.¹, Pinna G.¹, Esquivel M.^{2,3}, Rodríguez M.¹

¹Laboratorio de Metalurgia Extractiva y Síntesis de Materiales (MESiMat), Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB), UNCUYO-CONICET, FCEN, Padre Contreras 1300, CP 5500, Mendoza, Argentina.

²Centro Atómico Bariloche, CNEA-CONICET, Av. Bustillo km 9.5, CP 8400, Bariloche, Argentina.

³UNCo-Bariloche, Quintral 1250, CP 8400, Bariloche, Argentina.

Contacto: gd_rosales@hotmail.com.

RESUMEN

El litio es un metal que se ha convertido en un metal estratégico de acuerdo a sus aplicaciones industriales actuales, que van desde la medicina hasta su utilización en la fabricación de baterías recargables en la industria automotriz. En particular, ha sido durante los últimos diez años cuando la industria mundial del litio experimentó un considerable cambio, duplicándose la demanda mundial.

Existen pocos minerales comercialmente útiles para la producción de litio. La principal fuente es el mineral espodumeno, el cual generalmente se encuentra mezclado con cuarzo, feldspatos y micas, con un contenido teórico de Li_2O del 8,03%.

Todos los procesos de producción de compuestos de litio a partir del mineral en su fase α , utilizan condiciones energéticas de trabajo, tanto en las temperaturas como en los agentes extractivos utilizados. El espodumeno debe ser calcinado a 1050°C durante dos horas para convertirlo a su fase β , y luego poder lixiviarlo con H_2SO_4 concentrado a 250°C . Asimismo, todos los procesos extractivos presentan un gran número de etapas de separación para obtener los compuestos deseados, esto conlleva a un gran gasto energético, económico y con un fuerte impacto ambiental.

En este trabajo se estudió la extracción de litio desde α -espodumeno mediante fluoración con KF a distintas temperaturas. Los parámetros operativos investigados fueron: temperatura, tiempo de calcinación y cantidad de agente fluorante. El efecto de los parámetros del proceso en la eficiencia de la extracción de litio fue estudiado mediante redes neuronales artificiales. Los resultados indicaron que los tres parámetros estudiados tuvieron un efecto positivo en la extracción de litio. El valor óptimo de extracción de Li alcanzado fue del 92% trabajando con una muestra calcinada a 779°C , durante un tiempo de 43 min y con 2,78 moles de KF.



SEPARACIÓN ISOTÓPICA DE LITIO POR LÁSER

Knoblauch P.¹, Fregenal D.¹, Bruchhausen A.², Fainstein A.², Fainstein P.D.¹, Rozas G.², Fiol J.¹

¹Subgerencia Aplicaciones de la Tecnología Láser, Gerencia Proyecto LASIE (CNEA), Centro Atómico Bariloche, 8400 Bariloche, Argentina.

²División Fotónica y Optoelectrónica, Gerencia Física (GAIyANN, CNEA), Centro Atómico Bariloche, 8400 Bariloche, Argentina.

Contacto: pablok@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN

El litio es un elemento estratégico en tecnología nuclear ya que, como litio-7, se utiliza en el circuito primario en centrales nucleares de agua presurizada. Como litio-6 se utiliza como blindaje y detector de neutrones y para la producción de tritio, que será el combustible de los futuros reactores de fusión. El uso del litio en su forma isotópica requiere cantidades muy inferiores a las necesarias para la producción de baterías, grasas, etc. Sin embargo el material enriquecido isotópicamente tiene un enorme valor agregado.

En este trabajo se presenta una propuesta de separación isotópica de litio basada en el método de Atomic Vapor Laser Isotope Separation (AVLIS). Este método se basa en la excitación selectiva por láser del isótopo de interés. En un horno especialmente diseñado se genera un haz atómico vaporizando litio metálico. Un sistema de rendijas colima el haz que es dirigido a una cámara de reacción, donde dos láseres en el rango visible producen la excitación selectiva de una de las especies isotópicas presentes. Un tercer láser NIR induce la fotoionización del isótopo excitado. Los iones generados se extraen aplicando un campo eléctrico para su recolección o para su monitoreo por un espectrómetro de masas por tiempo de vuelo. La parte del haz neutro que no fue excitada se recoge por separado.

Se presentará el diseño de las partes que componen el dispositivo: horno de vaporización, cámara de reacción, láseres y espectrómetro. También, se presentarán los resultados de las primeras pruebas de algunos de los elementos que ya fueron construidos.



SÍNTESIS DE MATERIALES BASADOS EN ZIRCONATO DE LITIO A PARTIR DE RESIDUOS DE CERÁMICA DENTAL

Yasnó J.P.¹, Orsetti N.G.^{1,2}, Gómez S.^{1,3}, Gamba M.^{1,2}, Suárez G.^{1,2}

¹Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica (CETMIC), Camino Centenario y 506, Gonnet (La Plata), Buenos Aires, Argentina.

²Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), 47 y 115, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), 1 y 47, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: jpyasno@cetmic.unlp.edu.ar

RESUMEN

El zirconato de litio (Li_2ZrO_3) es un material cerámico que ha llamado la atención de la comunidad científica e industrial en virtud de sus potenciales aplicaciones en baterías de litio, reactores nucleares y sorbentes sólidos de CO_2 . Dentro de los diferentes métodos de síntesis usados para su obtención, la reacción en estado sólido entre zirconia (ZrO_2) y carbonato de litio (Li_2CO_3) se destaca debido a su simplicidad, bajo costo y fácil escalado industrial. Por otro lado, uno de los procesos convencionales de preparación de materiales para coronas dentales de ZrO_2 genera una cantidad importante de residuos de este material, ya sean en polvos provocados por el desbaste o sólidos pre-sinterizados que quedan de los bordes de las preformas sin usar. En este contexto, este trabajo propone la obtención de materiales basados en Li_2ZrO_3 a partir de la reacción en estado sólido entre Li_2CO_3 y residuos de ZrO_2 generados durante la fabricación de coronas dentales. Aquí, se utilizaron sólo los polvos desprendidos en el proceso de fabricación de coronas dentales. Esos polvos fueron tamizados y seleccionados considerando la fracción de polvo pasante malla #60. La mezcla de las materias primas fue sometida a tratamientos térmicos de hasta 1000°C durante 14 h en atmósfera de aire. Las muestras obtenidas fueron caracterizadas mediante análisis térmico diferencial y termogravimétrico (DTA-TG), difracción de rayos X (XRD) y dispersión dinámica de luz (DLS). Los resultados obtenidos revelan la viabilidad del método en la obtención de cerámicas basadas en Li_2ZrO_3 , lo cual resulta interesante no solo por su aplicación tecnológica, sino también por el enfoque ambiental que resulta de la utilización de residuos sólidos de cerámica dental.



EXTRACCIÓN DE Li, Co, Ni Y Mn DE BATERÍAS DE ION LITIO AGOTADAS (LIBs) DE TELÉFONOS MÓVILES Y AUTOS ELÉCTRICOS POR REDUCCIÓN CARBOTERMICA

Gonzalez Y.^{1,2*}, Alcaraz L.³, Barrios O.^{1,2}, Lopez F.³, Barbosa L.^{1,2}, González J.^{1,2}

¹Instituto de Investigación en Tecnología Química (INTEQUI-CONICET), A. Brown 1455, San Luis, D5700, Argentina.

²Facultad de Química Bioquímica y Farmacia (FQBF), UNSL, Ejército de los Andes 950, San Luis, D5700, Argentina.

³Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM). Consejo Superior de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC). Avda. Gregorio del Amo 8. 28040 Madrid, España.

Contacto: yarithgon@gmail.com; ygonzalez@conicet.gov.ar

RESUMEN:

El reciclaje de las baterías de ion litio agotadas (LIBs) permite reducir el consumo de energía, ahorrar recursos naturales y disminuir la extracción e importación de materias primas provenientes de la minería. A su vez, favorece el ciclo de la economía circular que se alinea con los objetivos del desarrollo sustentable. En este trabajo, se abordaron los aspectos químicos, tecnológicos y ambientales, aplicando una metodología que permite la extracción y separación de metales valiosos tales como litio, cobalto, níquel y manganeso del material catódico y anódico proveniente de las baterías de ion litio agotadas de celulares y autos eléctricos mediante el proceso pirometalúrgico de reducción carbotérmica. La muestra sólida de este estudio está compuesta por el material catódico, predominando las químicas **LCO** (LiCoO_2) y **LNO** (LiNiO_2) junto a otras químicas minoritarias como **LMO** (LiMn_2O_4), material anódico (grafito) y carbón. Mediante un análisis termodinámico, termogravimétrico, térmico diferencial y difracción de rayos X, se pudieron identificar las reacciones involucradas durante la reacción de reducción y se propuso un probable mecanismo. Se pudo observar que a temperaturas relativamente bajas de calcinación, no mayores de 600°C , se obtienen Li_2CO_3 y se producen CoO , NiO y MnO . Los análisis de AAS indicaron que la extracción del litio es cuantitativa de acuerdo a las condiciones experimentales estudiadas. Los productos obtenidos presentan una alta pureza por lo que podrían ser usados en la fabricación de nuevas baterías o destinado a otros usos industriales. Los análisis de los resultados muestran que la metodología desarrollada resulta una vía alternativa eficiente para la extracción total de litio de las LIBs agotadas y la formación de óxidos de Co, Ni y Mn. Actualmente se continúa estudiando otras variables tales como tiempo de reacción, temperatura, tipo de carbón y porcentaje del mismo en la mezcla.



RECUPERACION DE Li Y Co DE BATERÍAS ION LITIO AGOTADAS MEDIANTE EL USO DE Cl₂ y Ca(OH)₂

Barrios O.^{1,2}, González Y.^{1,2}, Barbosa L.^{1,2}, Orosco P.³

¹Instituto de Investigación en Tecnología Química (INTEQUI-CONICET), A. Brown 1455, San Luis, D5700, Argentina.

²Facultad de Química Bioquímica y Farmacia (FQBF), UNSL, Ejército de los Andes 950, San Luis, D5700, Argentina.

³Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales Avanzados en Acumulación de Energía de Jujuy (CIDMEJu), Av. Martijena S/N, Jujuy, Y4612, Argentina.

Contacto: orianabarrios2511@gmail.com

RESUMEN

La necesidad de minimizar los problemas ambientales generados por los avances tecnológicos está conduciendo al desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento de residuos contaminantes. La acumulación de baterías agotadas es un claro ejemplo de esta necesidad, ya que por un lado los metales que contienen pueden afectar al medio ambiente y por otro, estos metales son valiosos a nivel industrial. Por ello la importancia de recuperar los metales contenidos en estos desechos electrónicos. En este trabajo se investigó la recuperación de litio y cobalto a partir del cátodo de las baterías de ion-litio agotadas (LiCoO₂) usando como reactivos al gas cloro (Cl₂) y el hidróxido de calcio (Ca(OH)₂). Se realizaron ensayos de calcinación en condiciones isotérmicas, en un analizador termogravimétrico adaptado para operar en atmósferas corrosivas. Se estudió el efecto de la temperatura, el tiempo de reacción y el agregado de Ca(OH)₂ sobre la recuperación del litio y el cobalto. Los reactivos, los productos y los residuos sólidos de la cloración fueron caracterizados mediante espectrometría por absorción atómica (EAA) y difracción de rayos X (DRX). Los resultados experimentales mostraron que se extrae cuantitativamente el litio en forma de LiCl a temperaturas cercanas a 400°C y se produce óxido de cobalto (Co₃O₄). Estos resultados experimentales indican que el proceso de la cloración del cátodo de las baterías de ion litio con agregado de Ca(OH)₂ es un método eficiente para recuperar litio y cobalto a bajas temperaturas.



ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SOLVATACION DE LA CUPLA Li^+/Li EN LA INTERFAZ GRAFENO/ETILEN-CARBONATO

Méndez E.¹, Elola M.D.², Rodríguez J.^{2,3}, Laria D.^{1,2}

¹Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química-Física and INQUIMAE-CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires Ciudad Universitaria, Pabellón II, 1428 Buenos Aires, Argentina.

²Departamento de Física de la Materia Condensada, Comisión Nacional de Energía Atómica, Av. General Paz 1499, San Martín, Buenos Aires, Argentina.

³ECyT, UNSAM, Martín de Irigoyen 3100, 1650 San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
Contacto: jrodrigu@tandar.cnea.gov.ar

RESUMEN:

El reciente interés en el análisis de las propiedades de las soluciones de sales de Litio disueltas en solventes derivados de carbonatos orgánicos, tanto cíclicos como no cíclicos, nace de la potencial capacidad de tales sistemas para actuar como solventes conductores en las baterías de Li-ion. Más allá de su constitución material, muchos de los diferentes procesos que acontecen dentro de la celda no han sido, hasta el presente, completamente elucidados.

Este trabajo presenta resultados provenientes de experimentos de dinámica molecular desarrollados en sistemas que pueden considerarse modélicos de los que conforman las baterías de Li-ion arriba mencionadas. El objetivo de los experimentos realizados es comprender el efecto modulador que un solvente polar, etilen-carbonato, ejerce sobre los distintos procesos asociados con la reacción global de transferencia electrónica: $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$, cuando estas especies se hallan adsorbidas sobre (o en la proximidad de) una interfaz plana de grafeno. En nuestros experimentos, los efectos de polarización sobre los electrodos de grafeno han sido explícitamente considerados a través de un esquema de cargas gaussianas fluctuantes.

Los resultados obtenidos incluyen la descripción de las estructuras de solvatación para las formas oxidadas y reducidas del Li, la distribución de carga eléctrica sobre el electrodo de grafeno y las fluctuaciones en el campo de densidad del solvente correspondientes con los saltos verticales entre estados diabáticos para distintos voltaje externos, analizando en consecuencia, la validez de la hipótesis lineal de Marcus para este sistema. En particular hemos logrado establecer una clara correlación entre el alejamiento de los modelos gaussianos y la aparición ciertos eventos infrecuentes relacionados con cambios en la estructura de coordinación del par átomo/ion-solvente. Hemos, así mismo, estudiado la respuesta dinámica del solvente que sigue a la transferencia electrónica no adiabática: los tiempos característicos para la relajación del solvente resultan entre 2 y 3 veces más lentos que aquellos



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

correspondientes a excitaciones fotoelectrónicas en ambientes isotrópicos en fases macroscópicas. Como corolario del trabajo se ha analizado la idoneidad de la hipótesis de regresión de Onsager como modelo predictivo de la respuesta de solvatación para el proceso de transferencia electrónica en estos sistemas.



RECUPERACIÓN DE LITIO A PARTIR DE SALMUERAS CONCENTRADAS MEDIANTE ELECTRÓLISIS DE MEMBRANA

Zeballos N.¹, Torres W.², Flexer V.²

¹Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Dpto. de Producción Sustentable, Av. Juan A. Rojas S/N, Palpalá 4612, Argentina.

²Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy -CIDMEJu (CONICET-Universidad Nacional de Jujuy), Av. Martijena S/N, Palpalá 4612, Argentina.

Contacto: nzeballos@inti.gob.ar

RESUMEN

Más de la mitad de la producción mundial de sales de litio se extrae de las salmueras; una práctica que evapora en promedio medio millón de litros de agua por tonelada de carbonato de litio en regiones altamente desérticas con intensa radiación solar y escasez de agua dulce. Hoy en día, las salmueras que contienen iones litio se bombean en grandes pozas donde las impurezas o subproductos precipitan por evaporación solar, el viento y los aditivos químicos hasta una concentración final de 6000 ppm de Li⁺. En este trabajo proponemos un nuevo método basado en la electrólisis de salmueras ricas en litio a través de membranas para cristalizar Li₂CO₃. La salmuera, previamente empobrecida de cationes divalentes, se introduce en el compartimento central de un reactor electroquímico de tres compartimentos. Este compartimento está separado del anolito y del catolito por una membrana de intercambio aniónico y catiónico. Cuando se aplica una corriente constante, los aniones y cationes migran selectivamente a los compartimentos anódico y catódico, respectivamente. La electroreducción de agua aumenta el pH del catolito, que se recircula en un cristizador donde se burbujea CO₂ y se convierte en carbonato, precipitando así el Li₂CO₃ con pocas impurezas, el cual podría purificarse por redisolución en caliente. Inicialmente, los iones de K⁺ y Na⁺ migran más rápido que los iones de litio, y es necesario eliminar estos iones para poder precipitar el carbonato de litio. La concentración de estos iones fue seguida por espectrofotometría de absorción atómica y los productos sólidos se analizaron con esta técnica. Se determinó que la migración iónica de cationes a través de la Membrana de Intercambio Catiónica (CEM, por sus siglas en inglés) disminuye en el orden K⁺>Na⁺>Li⁺. Además, no se requiere la adición de productos químicos (carbonato de sodio) para la producción de Li₂CO₃. Se puede lograr una alta pureza del sólido mediante la remoción posterior de Na⁺ y K⁺, con una redisolución en caliente y como subproducto se obtiene agua de baja salinidad. En conclusión, se comprobó que la electrólisis a través de membrana es efectiva para la obtención de litio a partir de salmueras previamente tratadas.



BATERÍAS DE LITIO-AZUFRE: CAMINO HACIA UNA NUEVA GENERACIÓN DE BATERÍAS

García-Soriano F.J.^{1,2}, Luque G.^{1,3}, Barraco D.^{1,2}, Lener G.^{1,3}

¹Laboratorio de Energías Sustentables: LAES.

²Instituto de Física Enrique Gaviola CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

³Instituto de Investigaciones de Físico-Química - CONICET, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Contacto: fran.garcia@unc.edu.ar

RESUMEN

El desarrollo pleno actual de una persona en la sociedad implica un consumo cada vez mayor de energía, desde las necesidades básicas del hogar (refrigeración, calefacción, alimentación) hasta ocio, esparcimiento y acceso a la información. Estas necesidades, ya sean naturales o “creadas”, han sido capaces de ser saciadas debido al acceso de fuentes de energía fósiles las cuales presentan una gran cantidad de energía específica y son vectores energéticos naturales. El uso desmedido de estas fuentes vino acompañado de la emisión de gases de efecto invernadero que está generando graves problemas ambientales y contaminación; como así, al ser recursos no renovables, el agotamiento de los mismos. De esta manera, la utilización de fuentes renovables, sostenibles y no contaminantes, como la energía solar, mareomotriz o eólica toma suma relevancia en el contexto actual. El gran problema de estas fuentes, y una de las razones por las cuales históricamente han sido relegadas, es que son **intermitentes**, esto quiere decir que no son constantes en el tiempo y, por lo tanto, el acceso a la energía queda determinado por cuestiones tan mundanas como si es de día o de noche. De esta manera, para que haya un cambio significativo en la producción de energía es necesario acoplar esta producción con un buen **vector energético**, es decir un mecanismo que permita almacenar energía, distribuirla y entregarla eficientemente. En este sentido las baterías, particularmente las baterías de litio, son las candidatas más prometedoras para ser utilizadas como el vector energético del futuro.

Las baterías de litio-azufre son una de las baterías de nueva generación más atractivas debido a su capacidad específica teórica 1672 mAh g⁻¹ (6 veces mayor que las comerciales actualmente). Además, el azufre es un elemento abundante en la naturaleza, no contaminante y barato. Sin embargo, para su posible comercialización deben solucionarse varios problemas intrínsecos a los procesos electroquímicos que suceden durante el proceso de carga y descarga de la batería. En este trabajo, me explayaré sobre estos problemas y algunas posibles soluciones que hemos investigado con nuestro grupo.



FEDERALISMO Y POLÍTICAS TECNO-PRODUCTIVAS EN LA INDUSTRIA DEL LITIO

Delbuono V.¹, Freytes C.², Obaya M.³

¹Fundación para el Desarrollo Regional (FUNDAR).

²Área de Recursos Naturales de FUNDAR.

³CONICET; Centro de Investigación para la Transformación (CENIT)-Escuela de Economía y Negocios, Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) Av. Roque Sáenz Peña, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CP 1055, Argentina.

Contacto: mobaya@unsam.edu.ar

RESUMEN

El litio es un insumo crítico para la transición energética. En los países ricos en este recurso, entre los que se encuentra la Argentina, ha ganado fuerza la intención de desarrollar capacidades productivas y tecnológicas vinculadas al mismo. El artículo analiza los desafíos que plantea el actual sistema federal de gobernanza del recurso para la definición e implementación de una estrategia de innovación y desarrollo productivo que sea efectiva para alcanzar estos objetivos. Entre los principales resultados, se destaca la dificultad para construir una visión estratégica compartida por los actores relevantes respecto a los objetivos y las políticas. Como consecuencia de ello, predominan iniciativas con objetivos divergentes. Las provincias han privilegiado acciones orientadas a promover el desarrollo de proyectos extractivos y la contratación local de bienes y servicios. A nivel nacional, se destacan la promoción de capacidades tecnológicas, que tienen escasa articulación con el sistema productivo. Por su parte, el marco normativo actual limita la autonomía de los actores públicos para implementar políticas de desarrollo productivo vinculadas al litio.



RECICLADO DE BATERÍAS DE IÓN-Li AGOTADAS. APLICACIONES TECNOLÓGICAS DE LOS METALES RECUPERADOS

Dubois F., Sambeth J.E., Peluso M.A.

Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas “Dr. Jorge Ronco” (CINDECA-UNLP), Calle 47 N°257, CP 1900, La Plata, Argentina.

Contacto: apelu@quimica.unlp.edu.ar

RESUMEN

En vista de las crecientes regulaciones ambientales, en este trabajo se presenta un método amigable con el medio ambiente para la recuperación de metales a partir de baterías de ion-Li agotadas de computadoras portátiles. Se llevó a cabo la lixiviación de los metales del material catódico de la batería, utilizando como agente lixiviante ácido sulfúrico biogenerado con una relación a S/L = 30 g/L, 2 h, y 5% v/v de H₂O₂. La producción de ácido sulfúrico biogenerado tiene múltiples ventajas, ya que elimina la manipulación del ácido sulfúrico concentrado, la contaminación de su producción industrial y los costos de transporte. Antes de la lixiviación, el polvo se calcinó a 750°C y se caracterizó por DRX, DRIFT y SEM-EDS. Se logró extraer en un solo paso, 99% Li, 91% Mn, 84% de Ni y 91% de Co. Después de la lixiviación, se obtuvo un hidróxido mixto Mn-Ni-Co de composición Ni_{0,43}Mn_{0,28}Co_{0,29}(OH)₂ mediante co-precipitación con NaOH. El producto precipitado se hizo reaccionar con Li₂CO₃ para resintetizar un cátodo de la forma LiNi_{1-x-y}Mn_xCo_yO₂ (NMC).



SÍNTESIS DE RESINAS DE ADSORCIÓN SELECTIVA PARA LA EXTRACCIÓN DE LITIO A PARTIR DE SALMUERAS

Erdmann E.^{1,2}, Acosta D.E.¹, Mercado A.³, Corregidor P.¹, Peñaloza L.³, Gutiérrez J.P.¹

¹Facultad de Ingeniería, CIUNSA, Universidad Nacional de Salta, INIQUI (UNSa-CONICET). Avenida Bolivia 5150, Salta (A4408FVY), Argentina.

²Universidad Austral. Mariano Acosta 1611, Pilar (B1630FHB), Provincia de Buenos Aires, Argentina.

³Facultad de Ciencias Exactas, Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSA). Avenida Bolivia 5150, Salta (A4408FVY), Argentina.

Contacto: jgutierrez@ing.unsa.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo tiene por objeto realizar un estudio integral referido a la síntesis de resinas de intercambio iónico para la extracción del litio a partir de salmueras. Se establecen como precursores materiales en base a aluminio, disponibles en cantidades adecuadas para el posterior escalado de la producción. Debido a las condiciones desfavorables del metal en solución, para la recuperación efectiva mediante resinas de intercambio iónico convencionales se plantea la síntesis de las mismas con cantidad suficiente de aluminio que pueda adsorber Li de forma selectiva a partir de la salmuera. De esta manera se orienta la investigación con el objetivo de lograr, además de una selectividad adecuada, propiedades mecánicas apropiadas y una buena capacidad de reutilización de las mismas. Se estudian las condiciones óptimas para obtener resinas de extracción como alternativa a la tecnología de evaporación con piletas, en ocasiones donde la climatología no se presenta favorable para dicha tecnología.

A las resinas sintetizadas se le realizaron las siguientes pruebas:

- Capacidad de procesos de adsorción en función de parámetros fundamentales.
- Cinética de los procesos de adsorción.

Los resultados obtenidos hasta el presente se muestran promisorios y beneficiarían directamente a la industria minera y en particular la del litio, ya que permitirán mejorar las técnicas de producción.



ESTUDIO DEL EFECTO DE LA AGITACIÓN EN LA SISTEMAS HIDROTERMAL DE

LiFePO₄

Aramayo A.¹, Humana R.², Correa G.², VisintinA.³

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano N° 300 (4700), Catamarca, Argentina.

²Centro de Investigaciones y Transferencia de Catamarca (CITCA), CONICET-UNCA, Prado 366, K4700AAP. San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina.

³Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, CCT La Plata-CONICET, CC 16, Suc. 4, (1900), La Plata, Argentina.

Contacto: inesaramayo.doc@catamarca.edu.ar

RESUMEN

El litio es considerado como un «recurso estratégico» por su proyección futura, debido a que constituye un insumo imprescindible en las baterías de ion litio, para la alimentación de energía en celulares, computadoras, autos modernos (híbridos y eléctricos) y a una amplia gama de tecnologías. Numerosos han sido los compuestos que se han propuesto para ser utilizados en baterías de ion litio, utilizándose como electrodos positivos materiales de intercalación. El fosfato de hierro y litio (LiFePO₄) es utilizado como material de cátodo en las baterías de ion de litio, debido a su alta capacidad, estabilidad, propiedades electroquímicas y bajo impacto ambiental. El rendimiento de alta velocidad del LiFePO₄ está restringido por su pobre conductividad electrónica (10⁻⁹ S/cm); es por ello que se realiza un recubrimiento de carbono que puede producir materiales catódicos con un rendimiento mejorado. El objetivo central de este trabajo es el desarrollo de materiales activos para electrodos de baterías de ion litio y su respectiva caracterización mediante el empleo de un conjunto de técnicas electroquímicas.

El comportamiento electroquímico de los materiales preparados se evaluó con celdas de tipo Swagelok de tres electrodos que se ensamblaron en el interior de la caja de guantes de atmosfera controlada. Desde el punto de vista electroquímico, los electrodos que presentaban agitación en la síntesis de LiFePO₄ exhibieron buenas propiedades electroquímicas, buena reversibilidad redox y capacidad sostenible.

**Marco Legal,
Político y
Económico**



EL LITIO EN ARGENTINA: DISCREPANCIAS EXCLUYENTES EN UN ÁREA SEMIPERIFÉRICA

Sigal A.

Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

Instituto de Física Enrique Gaviola-CONICET, Córdoba, Argentina.

Contacto: sigal@famaf.unc.edu.ar

RESUMEN

En el contexto actual de agotamiento de combustibles fósiles y cambio climático, asoma un futuro prometedor para la industria de automóviles eléctricos, escenario que representa una clara oportunidad para el desarrollo de baterías de ion litio en nuestro país. Sin embargo, las posiciones políticas e ideológicas de los actores involucrados en Argentina frente a esta oportunidad no solo son disímiles y contrapuestas a las de los países vecinos, sino que también son cismáticas en su interior, siendo de esta manera un ejemplo más en la “persistencia de perspectivas divergentes” de la ciencia, la tecnología y la política argentinas.

Teniendo en cuenta el rol asignado a nuestra región como “área semiperiférica” en el sistema-mundo capitalista, en este artículo se proponen categorías de análisis que sirven para entender estas desavenencias respecto del desarrollo estratégico del litio en la región. A diferencia de la posición “antidependentista estructural” tomada por Bolivia hace algunos años, o la postura extractivista llevada adelante por Chile, en este trabajo se interpreta que para Argentina y la región, un conjunto de políticas “antidependentistas pragmáticas” debería servir como marco de acuerdos generales que salden las perspectivas divergentes mutuamente excluyentes que persisten entre y dentro de las instituciones, y generaría una perspectiva estratégica más sólida, tal como la historia argentina demuestra en los casos de las industrias satelital y nuclear.



LA CARRERA POR EL LITIO EN AMÉRICA LATINA: EL MERCADO BRASILEÑO

Santos E.

Socióloga, Máster en Energía, Sociedad y Medio Ambiente, Doctora en Sociología (Centro de Estudos Sociais - Universidade de Coimbra) Geopolítica y Bienes Comunes (IEALC-UBA).

Contacto: elainesantosabc@gmail.com

RESUMEN

Considerando que el litio en Brasil, junto con otros minerales, es considerado un mineral estratégico “portador del futuro” ante las necesidades de los países hegemónicos. En esta comunicación se analizará cómo las empresas mineras nacionales con colaboración extranjera están incrementando la producción de este mineral en el país, permitiendo que Brasil se una al grupo de países que fabrican celdas de baterías de litio, mercado actualmente dominado por China, Corea del Sur, Japón y Estados Unidos. El crecimiento del mercado de litio en Brasil, antes restringido a la Companhia Brasileiro de Lithium, una empresa nacional, ha experimentado cambios significativos en los últimos años. En 2019, por ejemplo, la empresa británica OXIS Energy (OXIS) firmó un contrato con la Compañía de Desarrollo de Minas Gerais (CODEMGE PARTICIPAÇÕES S.A.) de Belo Horizonte, MG, para la producción de celdas de baterías de litio-azufre. Sigma Mineração, subsidiaria de la empresa canadiense Sigma Lithium, obtuvo la licencia ambiental del gobierno estatal de esta región para producir concentrado de óxido de litio en Vale do Jequitinhonha, municipio de Itinga. Además, los estudios de prospección realizados hasta el momento muestran que el Estado de Minas Gerais posee el 85% de las reservas brasileñas de litio. Así, esta comunicación pretende analizar el escenario brasileño en cuanto a la producción de celdas de litio en América Latina.

M. Heider. Cenários do Lítio no Brasil. Revista In the mine, N° 86, Ano XV. Engenharia Mineral rumo à indústria 4.0. Disponível em <https://www.inthemine.com.br/site/cenarios-do-litio-no-brasil/>, 2020.

PRNewswire (2019) OXIS Energy atrai investimento para a primeira unidade fabril de células de bateria de lítio-enxofre do mundo. Disponível em <https://exame.com/negocios/releases/oxis-energy-atrai-investimento-para-a-primeira-unidade-fabril-de-celulas-de-bateria-de-litio-enxofre-do-mundo/>, 2021.

G.F. Ribeiro. Diagnóstico sobre o lítio: Situação brasileira. Rio de Janeiro: CNEN, 1984. 1-52. Roskill. The Economics of Lithium. London, 255, 2002.

Vieira M. (2019) Empresa brasileira vai investir R\$ 500 mi no Jequitinhonha. Disponível em https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2019/06/11/internas_economia,1060790/empresa-brasileira-vai-investir-r-500-mi-no-jequitinhonha.shtml, 2021.



LITIO, DESARROLLO Y GEOPOLÍTICA: LECCIONES A PARTIR DE LA EXPERIENCIA BOLIVIANA HACIA LOS OTROS PAÍSES DEL TRIÁNGULO DEL LITIO

Ustariz F.M., Castro F.S.M.

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas de la Universidade Federal do ABC (CECS-UFABC), Alameda da Universidade s/n, São Bernardo do Campo, Brasil.

Contacto: fabio.castro@ufabc.edu.br

RESUMEN

Imbuida de su política del nacionalismo de los recursos naturales, en 2010 el gobierno boliviano de entonces lanzó una estrategia para desarrollar la cadena de las baterías de litio en su totalidad, desde el salar hasta las baterías. Esa estrategia presentaba tres fases: la fase piloto, la de extracción a gran escala de los recursos y la de transformación y manufactura de baterías.

La estrategia llevada a cabo fue analizada como ambiciosa. Los motivos de esa calificación se deben a los desafíos de carácter técnico-productivo, geopolítico y territorial que el gobierno del expresidente Evo Morales tuvo que enfrentar.

Sobre ellos, el primer desafío se relaciona a la alta complejidad, en términos de las capacidades productivas, de la cadena del litio - muy por debajo de sus vecinos Argentina y Chile. El segundo, el componente geopolítico, reside que en la cadena de las baterías litio de los autos eléctricos, además de compleja, pocos países y empresas pueden hacerlas, situándola en la frontera del desarrollo tecnológico, y también por su singular importancia en el proceso de descarbonización de la economía. Por lo tanto, llevar a cabo un proceso de industrialización de este tipo trae consigo elementos del juego geopolítico que Bolivia intentó lidiar de forma soberana, buscando asociaciones no dependientes con las empresas extranjeras. Con relación a la cuestión territorial, la política boliviana posee una perspectiva subyacente que pone a Bolivia como un caso distinto para un proyecto de explotación mineral: la práctica del vivir bien. A pesar de que el término es comúnmente visto de modo abstracto, filosófico y poco práctico, en la política litífera boliviana, se la gana contornos concretos y prácticos.

Así pues, la experiencia boliviana y sus desafíos arriba citados presentan lecciones que se las pueden servir a la Argentina en cómo lidiar de manera estratégica y teniendo en cuenta un componente territorial responsable y sustentable, una verdadera innovación social en materia de proyectos mineros.



TRANSICIÓN ENERGÉTICA: EL LITIO COMO UN MINERAL ESTRATÉGICO

Malinovsky N., Mondino T., Pagliero J., Silvestris A.

Observatorio de Energía, Ciencia y Tecnología (OECYT). Guevara 446, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CP 1427, Argentina. Sitio web: www.oecyt.com.ar.

Contacto: contacto.oecyt@gmail.com

RESUMEN

La transición energética presenta un giro en la dependencia de los recursos naturales desde el petróleo hacia los minerales. Según informes de la IEA, Banco Mundial, entre otros, el mineral que mayor crecimiento debe experimentar para cumplir con los objetivos medioambientales es el litio.

Según el Informe 2021 del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), casi el 60% de los recursos de litio a nivel mundial se encuentran en el “triángulo del litio” compuesto por Argentina, Bolivia y Chile. En estos últimos años se incorporó México con el 2% de las reservas mundiales.

La disputa por este recurso en Latinoamérica se agudizó en los últimos años ya que el sistema ha puesto a este recurso como indispensable para los procesos de digitalización y transición energética. Este posicionamiento sistémico del litio como recurso estratégico, pone en tensión el rol de los Estados Nación de nuestra región sobre el uso y manejo de los recursos. En Chile y Bolivia los recursos son considerados estratégicos y administrados por el Estado Nacional, México va en el mismo camino, según lo planteado en su proyecto de reforma energética. En Argentina los yacimientos de litio son administrados por las provincias y el Estado Nacional tiene poca o nula injerencia sobre ellos.

La discusión de la nacionalización del litio en nuestro país ha posicionado actores económicos y políticos a favor y en contra. La creación de YPF Litio para la explotación del recurso se visualiza como la estrategia nacional para la extracción; y la creación de la primera planta productora de baterías en la ciudad de La Plata es la estrategia para incorporarse en la cadena de valor.

El acuerdo entre el MinCyT argentino y el Ministerio de Hidrocarburos y Energías boliviano, y el asesoramiento del gobierno de Bolivia a México muestran el comienzo de lo que puede ser una integración regional en torno al litio.

Varios interrogantes surgen sobre los recursos litíferos: ¿Cuál es la estrategia que beneficia a toda la población?, ¿Es la integración regional una opción para elaborar una estrategia conjunta sobre el litio?, ¿El litio debe ser considerado un recurso estratégico en Argentina?

**Líneas de
Investigación en Litio
de Argentina**



COMUNICADO DE LAS COMUNIDADES ORIGINARIAS DE LA PUNA DE SALTA Y JUJUY

33 Comunidades

Cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc de la Puna de Salta y Jujuy.

Contacto: aliciachalabemichaud@gmail.com

RESUMEN

Somos 33 comunidades originarias pertenecientes a la cultura andina que habitamos desde hace más de diez mil años la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc en la Puna de Jujuy y Salta, República Argentina. Es una región desértica, a 4000 m.s.n.m, con muy poca agua, pero con paisajes hermosos, un salar enorme y una laguna en donde viven aves únicas. Nosotros aprendimos de nuestros abuelos a vivir en este duro, pero bellissimo lugar. Ellos nos enseñaron a cuidar este territorio y a vivir de nuestro trabajo como pastores, salineros y tejedores, siempre en armonía con este entorno. Dios y la Pachamama nos cuidan y protegen. Somos familias de bien, vivimos dignamente y en paz junto a los animales y plantas que habitan este maravilloso lugar.

Hace doce años que estamos sufriendo la amenaza de las empresas mineras que quieren explotar el litio que existe en nuestro suelo. Dicen que con ese mineral podrán fabricar autos eléctricos que no contaminen el planeta. Pero lo que nadie dice es que para sacar el litio se consume muchísima agua dulce que está en el subsuelo de la Puna. Si usan esa agua, este lugar será un desierto sin vida, nosotros y los demás seres vivos no podremos seguir viviendo aquí y deberemos irnos. El precio del litio es la muerte de nuestro territorio y de nuestro Pueblo.

No nos parece justo este sacrificio que nos imponen, porque nosotros cuidamos nuestra Madre Tierra, ¿por qué ahora debemos morir para que fabriquen autos? Pensamos que hay que buscar otras medidas para curar al planeta, no es la solución matar a unos para que sobrevivan otros.

Hace doce años que iniciamos una lucha pacífica, llevamos nuestra preocupación a todos lados, hemos pedido que respeten nuestros derechos como pueblos indígenas, pero nadie nos ha escuchado, todos nos ignoran. Estamos muy preocupados porque el gobierno argentino no contempla nuestra situación, al contrario, vemos diariamente que crecen los anuncios del inminente inicio de la explotación de litio en nuestro territorio.

Les pedimos que tomen las medidas necesarias para proteger nuestro territorio, que no avancen con los proyectos de la explotación minera en la cuenca de Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc, para que nos permitan seguir viviendo en paz. También pedimos, que



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

respeten nuestra cultura y que nos dejen seguir cuidando, -como lo hicieron nuestros abuelos, este territorio único.



LAS TECNOLOGÍAS DE LITIO SON ECONOMICAMENTE MÁS IMPORTANTES QUE EL LITIO MISMO

Calvo E.J.^{1*}, Córdoba D.¹, Putrino D.¹, Romero V.², Rozenblit A.¹, Tagliazucchi M.E.¹, A.Y. Tesio A.Y.², Torres W.R.², Zensich M.¹

¹INQUIMAE-DQIAyQF. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA. Pabellón 2, Ciudad Universitaria, AR-1428 Buenos Aires. Argentina.

²CIDMEJu. Centro de Desarrollo, Tecnológico General Manuel Savio, Av. Martijena S/N, Y4612 Palpalá, Jujuy, Argentina.

Contacto: ernestojulio.calvo@gmail.com

RESUMEN

Nuestra visión es que es necesario desarrollar en Argentina tecnologías alrededor del litio que sean disruptivas y competitivas internacionalmente, tanto en la recuperación desde salmueras de la Puna y líquidos de reciclado de baterías como en baterías avanzadas de litio-oxígeno y baterías ion-litio de larga vida como las que utilizan ánodos de titanato de litio en lugar de grafito, para almacenar energías renovables y autobuses eléctricos.

a) Extracción-recuperación de litio

Los métodos de extracción directa de litio se impondrán en el futuro próximo a la evaporación y tratamiento cal-soda de las salmueras debido a la gran solubilidad del Li_2CO_3 . Por ello describiremos nuestros desarrollos pioneros internacionalmente de la recuperación electro-química de Li por bombeo iónico. En particular la simulación digital de procesos complejos multiescala que han sido los primeros publicados internacionalmente.

Discutiremos estrategias de escalado industrial utilizando tecnologías disponibles para desalinización.

Expondremos nuestros resultados en electrodiálisis de fosfato dihidrógeno de litio para la obtención sustentable de $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$.

b) Baterías avanzadas de ion-litio y litio-oxígeno

Describiremos resultados en baterías de ion-litio con ánodo de $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO) que presentan una vida útil de 20 años y sirven para almacenar energías renovables y en vehículos eléctricos.

Además presentaremos resultados de alta ciclabilidad de baterías de LiO_2 por desactivación de oxígeno singlete formado por dismutación de superóxido.

“Electrochemical methods for sustainable recovery of lithium from natural brines and battery recycling”. E.J. Calvo. Current Opinion in Electrochemistry, 15, 102-108, 2019.

“Direct lithium recovery from aqueous electrolytes with electrochemical ion pumping and lithium intercalation”. ACS Omega 2021. Minireview, en prensa.



“Effect of particle size distribution in $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)- LiMn_2O_4 (LMO) batteries: A numerical simulation study”. A. Rozenblit, W.R. Torres, A.Y. Tesio, E.J. Calvo. J. Solid State Electrochem., 25, 2395-2408, 2021.

“Electrochemical extraction of lithium by ion insertion from natural brine using a flow-by reactor: Possibilities and limitations”. Electrochem. Comm., 125, 106980, 2021.



CREACIÓN Y ACTUALIDAD DEL CIDMEJu (“Instituto del Litio”)

Tesio A.Y.

CIDMEJu (CONICET-UNJu-Gob. Prov. Jujuy), Centro de Desarrollo Tecnológico General Savio, Av. Martijena S/N, Palpalá, Jujuy, 4612, Argentina.

Contacto: atesio@cidmeju.unju.edu.ar

RESUMEN

El Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy (CIDMEJu), más conocido como el “Instituto del Litio”, comenzó a gestarse como idea a comienzos de la década pasada, pero fue recién en agosto de 2017 que con la inauguración del edificio ubicado en el predio de la histórica empresa nacional Altos Hornos Zapla (Palpalá), más precisamente en el edificio reciclado de su administración, comenzó a materializarse. Desde su comienzo el CIDMEJu funciona como una institución dependiente de tres partes, el CONICET, la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) y el Gobierno de la Provincia de Jujuy. Hoy en día, cuatro años después, el CIDMEJu cuenta con una estructura de investigación armada y en plena consolidación, centrándose fundamentalmente en tres líneas de investigación, las cuales serán comentadas en la presentación: **Extracción de litio** (y otros compuestos y elementos de interés) a través de mejoras en las técnicas evaporíticas actuales y a través del desarrollo de nuevas técnicas electroquímicas. **Recuperación de litio** (y otros compuestos y elementos de interés), tanto de roca dura como de desechos tecnológicos, por métodos térmicos. **Desarrollo de materiales y catalizadores** aplicados al almacenamiento de energía basado en litio, puntualmente a baterías de litio-oxígeno (Li-O₂) y baterías de litio-azufre (Li-S).



MINERÍA TRADICIONAL Y URBANA DE LITIO. INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA

Resentera A.C., Navarrete D.M., Barufaldi M.A., Pinna E.G., Rosales G.D., Drajlín D.S., Suarez D.S., Rodríguez M.H.

¹Laboratorio de Metalurgia Extractiva y Síntesis de Materiales (MESiMat), Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB), UNCuyo-CONICET-FCEN, Padre Contreras 1300, M5502JMA, Parque General San Martín, Mendoza, Argentina.

Contacto: mrodriguez@uncu.edu.ar

RESUMEN

El grupo de investigación del MESiMat comenzó con los estudios sobre litio en el año 2007 con algunas pruebas preliminares por las vías hidro y pirometalúrgicas que utilizaban la disolución con ácido y cloro gas (con y sin carbón, respectivamente) para extraer litio desde espodumeno.

En el año 2009, utilizamos la vía hidrometalúrgica, y logramos extraer el metal desde este mineral, en su fase natural y calcinada y, además, lepidolita.

En el 2011, comenzamos los estudios de recuperación de litio y cobalto desde los cátodos de baterías ion litio agotadas (LIBs) utilizando distintos medios lixiviantes (ácidos orgánicos e inorgánicos). Lo novedoso de ambos procesos, dio origen a la presentación de sendas patentes de invención, varias publicaciones y presentaciones en congresos nacionales e internacionales. La patente de espodumeno/lepidolita por la vía hidrometalúrgica fue concedida en Argentina, USA y Australia y, la de LIBs, en Argentina y USA y se espera que se logre en la Comunidad Europea y Australia. Además, la patente de mineral fue escalada en forma exitosa en planta piloto a pedido de la empresa australiana Latin Resources, mediante un acuerdo entre la UNCuyo y el CONICET. En tanto que la otra tecnología (LIBs) ha sido escalada en forma preliminar también exitosamente. En este último caso, se está a la espera de trasladar este desarrollo mediante un licenciamiento de dicha tecnología.

Además de lo mencionado, en el año 2013, realizamos ensayos de cloración y carbocloración del contenido cátodico de las LIBs, encontrando la factibilidad del proceso, pero se abandonó debido a que no se obtuvo una presentación de beca de CONICET.

En el año 2016, se desarrolló otro proceso de recuperación de litio por vía pirometalúrgica de alfa espodumeno. El mismo fue presentado para su protección en Argentina (INPI) y USA, Australia, Brasil y Canadá.

Además, se han desarrollado otros procesos destinados a tratar las pilas y baterías agotadas primarias (Zn-C y Mn-Zn, etc.) y secundarias (Ni-HMe) por vía hidrometalúrgica y, el contenido catódico de las LIBs por la vía biohidrometalúrgica.



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

Asimismo, se han desarrollado vías hidrometalúrgicas para extraer Nb y Ta de columbo-tantalitas y Ti de arenas titaníferas (también por cloración y carbo-cloración).



LABORATORIO DE METALURGIA EXTRACTIVA INTEQUI-CONICET-UNSL

González Y.¹, Barrios O.¹, Barbosa L.^{1,2}, Túnez F.^{1,2}, Orosco P.³, González J.^{1,2}

¹Instituto de Investigaciones en Tecnología Química, INTEQUI (CONICET-UNSL), Almirante Brown 1455, CP 5700, San Luis, Argentina.

²Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia (UNSL), Ejército de los Andes 950, CPA D5700HHW, San Luis, Argentina.

³Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales Avanzados en Acumulación de Energía (CIDMEJu), Av. Juan A. Rojas S/N, CP 4612, Palpalá, Jujuy.

Contacto: jgnz1962@gmail.com.ar

RESUMEN

El laboratorio de Metalurgia Extractiva del Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI), viene desarrollando tareas de investigación desde hace más de 30 años. Los procesos extractivos estudiados están vinculados a las reacciones heterogéneas, particularmente la pirometalurgia de cloración utilizando gas cloro, con o sin agregado de carbón y también otros agentes clorantes y carboclorantes. Se han estudiado por esta vía la recuperación de metales desde catalizadores agotados y minerales refractarios tales como columbita, tantalita y sheelita entre otros. También se han realizado numerosos estudios cinéticos y de mecanismos de reacción con óxidos puros tales como, óxidos de niobio, tantalio, titanio, galio, indio, molibdeno, etc. con vistas a la aplicabilidad de sus resultados a la cloración de minerales, desechos electrónicos, catalizadores agotados, etc.

Desde hace aproximadamente 10 años se comenzó con los procesos extractivos de litio a partir del mineral espodumeno de la Provincia de San Luis. Los estudios se realizaron mediante la pirometalurgia de cloración con gas cloro y cloruro de calcio. También se realizaron estudios de extracción de litio de arcillas letíferas mediante cloración con cloruro de calcio. Además, se estudió la hidrometalurgia a presión a partir de espodumeno utilizando ácido fluorhídrico.

Desde hace 4 años se comenzó con el estudio de la recuperación de litio, cobalto, níquel y manganeso a partir de cátodos de baterías agotadas de celulares y de vehículos eléctricos mediante procesos de cloración y carbocloración. Se estudiaron al gas cloro y el cloruro de calcio como agentes clorantes y carbón como agente reductor. Se encuentran en desarrollo dos tesis doctorales sobre esta temática actualmente.

En cuanto a la temática de materiales activos de baterías ion litio también se ha estudiado la síntesis de material catódico tipo espinela, LiMn_2O_4 y $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, usando como precursor de litio, el cloruro de litio. Además, se estudió la purificación de grafito



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

recuperado de baterías agotadas. Los materiales activos obtenidos fueron evaluados a través de pruebas de rendimiento electroquímico.

Los resultados obtenidos a través de los diferentes estudios relacionados al litio han permitido la presentación de dos patentes y la publicación de trabajos en congresos nacionales e internacionales y en revistas internacionales.



PROINTEC I&D-FACULTAD DE INGENIERÍA-UNLP

Ruiz Diaz F., Feloy, L., Lacoste, J., Maffia, E., Alvarez, C. Cozzarin, A., Tovio, D., Gonzalez, A.

ProInTec I&D, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, 1900, Argentina.

Contacto: prointec@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

El ProInTec I&D es un grupo de trabajo que se consolida a mediados del 2013 pero que viene trabajando en la investigación de la metalurgia de los no ferrosos desde los 90'. Dentro de sus principales objetivos es promover la vinculación tecnológica a través del asesoramiento técnico y la prestación de servicios a entidades y organismos oficiales, así como también, al sector industrial privado y empresas de base tecnológicas y favorecer y promover la investigación y desarrollo en campos multidisciplinarios. La labor realizada por el grupo de docentes-investigadores que integran el grupo de trabajo en el desarrollo de aleaciones no ferrosas que actualmente no se fabrican en Argentina, le ha valido de un reconocimiento por parte de sector industrial correspondiente al procesado de aleaciones de aluminio y aleaciones de cobre, que le ha permitido interactuar con las más importantes empresas del rubro, habiendo trabajado en el desarrollo y asesoramiento tanto de pequeñas como grandes empresas del sector. En los periodos 2013-2016 y 2017-2021, la UNLP acreditó el proyecto de "Desarrollo de aleaciones no ferrosas para aplicaciones aeroespaciales" principalmente en aleaciones de cobre Cu-Ag-Zr y aleaciones de aluminio de alta resistencia, entre ellas el desarrollo de aleaciones de aluminio con litio. En estas aleaciones el elemento metálico que proporcionan la reducción más grande de densidad es el litio que tiene la particularidad que además de ser la adición más eficaz para reducir la densidad (logra una reducción de la densidad del 3% en peso por cada 1 % de peso de Li), no es tóxico y presenta características de endurecimiento por precipitación. Además, el módulo de elasticidad del Aluminio puro se incrementa aproximadamente un 6% en cada adición de 1% en peso de Li. Por esa razón se debe manipular de forma muy cautelosa. Contar con la tecnología necesaria para su fabricación supone para un país un poder de decisión y autoabastecimiento necesarios para poder desarrollar la industria aeroespacial. El principal inconveniente de las aleaciones de Al-Li es la gran reactividad del Litio a la hora de incorporar este elemento al baño líquido y debe estudiarse minuciosamente la forma de obtención. En miras de una incipiente industria aeroespacial nacional, se ha desarrollado y fabricado íntegramente una aleación de este tipo, a saber AA2195, en el ProInTec I&D.



LO QUE HACEMOS EN EL LABORATORIO DE ENERGÍAS SUSTENTABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA RELACIONADO A BATERÍAS DE ION-LI Y POST ION-Li

Luque G.¹, Leiva E.¹, Gavilán-Arriazu M.², Bracamonte V.², Calderón A.², Ceppi S.³, Chauque S.³, Cometto F.¹, Cámara O.¹, Eroles F.¹, Giménez M.C.², Rojas M.¹, Fernández F.², García F.², Lener G.¹, Otero M.², Ruderman A.², Oliva F.¹, Zampieri M.², Raviolo S.³, Mayorga S.², Stutz G.³, Vaca-Chavez F.³, Sigal A.², Saravia P.¹, Pereyra G.², Maldonado S.³, Aguirre F.¹, Amine K.³, Amici J.³, Amaya Roncancio A.³, Bodoardo S.³, Cozzarin M.³, Friedrich A.³, Francia C.³, Furlong O.³, Heim C.³, Hoster H.³, Mercer M.³, Monti G.³, Nazzarro M.S.³, de Mishima B.L.³, Friederich A.³, Pinto O.A.³, Primo E.³, Robledo C.³, Suarez Ramanzin B.³, Para L.³, Thomas J.³, Trincavelli J.³, Visintín A.³, Versaci D.³, Dominko R.³, Euti E.², Stragliotto F.², Perassi E.¹, Luque Di Salvo J.¹, De Luca G., Oliva F.¹, Paz A.¹, Peñaranda G.², Velasco J.¹, Vélez P.¹, Zoloff-Michoff M.¹, Barraco D.²

¹LaES-INFIQC, Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Ciudad Universitaria, X5000 Córdoba, Argentina.

²LaES-IFEG, Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba, CONICET, Ciudad Universitaria, X5000 Córdoba, Argentina.

³Colaboraciones fuera del LaES.

Contacto: guillerminaluque@unc.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de esta charla es realizar una breve presentación sobre las investigaciones relacionadas a materiales para baterías de ion-Li y post-litio que llevamos a cabo en el Laboratorio de Energías Sustentables (LaES) de la Universidad Nacional de Córdoba (<http://www.laesunc.com/laes/>).

Operativo desde 2014, este laboratorio reúne actualmente alrededor de 40 investigadores y becarios, principalmente físicos y químicos provenientes de dos Facultades y dos Institutos de CONICET. Colaboramos también con ingenieros expertos en el área. En este breve período nuestro laboratorio ha realizado ya más de 30 publicaciones en el área. En el campo de ion-Li, los temas estudiados desde han sido fundamentalmente materiales anódicos, incluyendo materiales clásicos como grafito, silicio y estaño, pero también emprendiendo el estudio de materiales novedosos, que llegaron a ser objeto de patentamiento. En el campo teórico, aparte de estos materiales, hemos trabajado en materiales catódicos como el LMO (Oxido de Litio-Manganeso), enfocados en nanomateriales. Actualmente, hemos comenzado a abordar la tecnología post-Li de baterías de Litio-azufre.



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

Adelantaremos algunos de los avances en esta área. En ambas áreas de ion-Li y post-litio se hace un abordaje de la problemática por medio de cálculos computacionales y estudios experimentales.



APORTES AL CONOCIMIENTO Y APLICACIONES DE Li EN TECNOLOGÍAS PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA DESDE INIFTA

Ortiz M.^{1,2}, Real S.¹, Rodríguez A.¹, Sanservino M.¹, Recupero F.¹, Hoffman N.¹, Visintin A.¹

¹Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, CCT-La Plata-CONICET, CC 16, Suc. 4, (1900), La Plata, Argentina.

²Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Materiales (CITEMA), Universidad Tecnológica Nacional - CICPBA, 60 y 124, 1923, Berisso, Argentina.

Contacto: mortiz@inifta.unlp.edu.ar

RESUMEN

Desde el año 2010, dentro del grupo de Conversión y Almacenamiento de Energía (CAE), perteneciente al Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), CONICET, las investigaciones han sido enfocadas en el desarrollo de la tecnología de baterías de ion litio; comprometiendo los recursos humanos, tecnológicos y económicos disponibles para el estudio de materiales de electrodo, tanto para cátodos y ánodos, como para el desarrollo de celdas prototipo. Las investigaciones han seguido las tendencias a nivel global, iniciando con los materiales novedosos para la época como las olivinas y materiales carbonosos, pasando por diferentes óxidos laminares y espinelas de metales de transición, hasta los estudios actuales donde se priorizan los materiales ricos en litio y las espinelas de alto potencial.

Las contribuciones realizadas por las investigaciones se reflejan en las numerosas y destacadas publicaciones nacionales e internacionales del grupo, junto a los conocimientos adquiridos que pueden visualizarse en los recursos humanos formados. Además, la labor realizada permitió la formación de nuevos grupos de investigación y colaboró con la puesta a punto de otros laboratorios en el país (en las provincias de Catamarca, Córdoba y Jujuy).



MATERIALES AVANZADOS CON MORFOLOGÍA CONTROLADA PARA BATERÍAS DE ION DE LITIO

Rada E.¹, Lima E.¹, Ruiz F.², Moreno M. S.¹

¹Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN, CNEA-CONICET), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

²Gerencia de Investigación Aplicada (CAB-CNEA), Av. E. Bustillo 9500, Bariloche 8400, Argentina.

Contacto: evilus.rada@cab.cnea.gov.ar

RESUMEN

El uso de materiales nanoestructurados para electrodos de baterías de litio busca solucionar los problemas de ciclabilidad y de baja velocidad de carga/descarga que presentan los materiales masivos. Así, al controlar la morfología de las partículas es posible minimizar la degradación mecánica y química del material activo, prolongando así su vida útil. Por otro lado, reducir el tamaño de las partículas acorta los caminos para la difusión del litio, mejorando la velocidad de carga/descarga. En este trabajo, sintetizamos nanoestructuras de LiMn_2O_4 con morfología controlada y evaluamos sus propiedades electroquímicas como material catódico. Utilizamos un método de síntesis por descomposición térmica de precursores órgano-metálicos asistido por surfactantes, seguido de tratamiento térmico en aire. El análisis de la estructura cristalina y la morfología en este tipo de materiales requiere del uso de técnicas de caracterización con alto nivel de sensibilidad. Por lo tanto, además de difracción de rayos X, utilizamos difracción de electrones, microscopía electrónica de transmisión de alta resolución y espectroscopía de pérdida de energía de electrones. Las propiedades electroquímicas se evaluaron por ciclado de carga y descarga, voltamperometría cíclica y espectroscopía de impedancia electroquímica. Modificando la temperatura de síntesis obtuvimos dos tipos de morfologías: nanoestructuras sólidas con tamaño promedio de 22 nm y nanoestructuras huecas porosas con tamaño promedio de 51 nm y espesor de pared promedio de 13 nm. En ambos casos, se obtuvieron coeficientes de difusión de litio de 2 y 3 órdenes de magnitud superior a los reportados para el material masivo. Las nanoestructuras huecas exhiben menor capacidad de descarga inicial que las sólidas, pero mayor retención de la capacidad luego de 200 ciclos de carga/descarga (82%), indicando que las características de esta morfología mejoran la resistencia a del material a la degradación mecánica y química.



DISEÑO RACIONAL DE ELECTROLITOS DE ESTADO SÓLIDO EN CELDAS DE LITIO Y SUS POTENCIALES SUCESORES EN EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA VERDE

Frechero M.A.

Integrantes del Grupo: Terny S., Cardillo E., di Prátula P., Reynoso M., Molina M., Magnelli D.

Grupo de Fisicoquímica de conductores iónicos de estado sólido (GFQCIES).

Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur- INQUISUR-CONICET. Bahía Blanca, Buenos Aires.

Contacto: frechero@uns.edu.ar

RESUMEN

La Ciencia de los Materiales busca comprender las propiedades de los *Materiales* con el objeto de ampliar sus aplicaciones tecnológicas con el mayor beneficio no sólo para el hombre desde un punto de vista práctico, sino también en el contexto de los requerimientos medioambientales, objetivo de fundamental interés actual. Las propiedades macroscópicas medias o masivas no siempre son suficientes para explicar su comportamiento microscópico ni la interacción con otros materiales. Para una mayor comprensión de su comportamiento y aplicabilidad es necesario un estudio macro, micro y nanoscópico debido a que algunos fenómenos son consecuencia sencillamente de las dimensiones del material.

De la necesidad de eficiente generación y almacenamiento de energía y, del cuidado del medioambiente, ha surgido un importante número de métodos y dispositivos en el contexto de la denominada energía “limpia o verde”. El almacenamiento de energía tanto en baterías recargables como en supercapacitores continúa tratando de encontrar formas cada vez más eficientes, adecuando sus propiedades a los requerimientos asociados a las exigencias tecnológicas.

En este marco general, se requiere del diseño y estudio de nuevos materiales para electrodos y electrolitos baterías de estado sólido, que hoy se destacan por sus ventajas en eficiencia y seguridad. De un modo transversal, y dado el aumento de la conciencia de los factores ambientales y las fuentes limitadas de recursos, sabemos que las formas tradicionales de energía continuarán vigentes por un tiempo más, pero es necesario buscar alternativas en el corto plazo. Por esto, hoy continuamos con el diseño de nuevos materiales para las ya populares celdas de litio pero, al mismo tiempo, la ciencia avanza hacia el desarrollo de quienes podrían ser sus sucesoras en el nuevo paradigma energético del Siglo XXI.



DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN BATERÍAS

Humana R.¹, Muñoz P.¹, Falaguerra T.¹, Humana T.¹, Luna N.¹, Ferraro M.¹, Levitan D.²,
Correa Perelmuter G¹

¹CREAS, Centro Regional de Energía y Ambiente para el Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional de Catamarca, CONICET, Prado 366, K4700BDH, San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina.

²Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA, Intendente Güiraldes 2160-Ciudad Universitaria-C1428EGA-CABA, Argentina.

Contacto: correa.gabriel@conicet.gov.ar

RESUMEN

En nuestro grupo se desarrolla el conocimiento básico y aplicado para el estudio, la optimización, la integración y la implementación de sistemas P2P (Power to power) de alta eficiencia y bajo costo para aplicaciones tecnológicas concretas, utilizando sistemas de hidrógeno y baterías de litio. Para ello se desarrollan diversos materiales y configuraciones y se realizan distintos tipos de modelos de baterías recargables de litio ion, celdas de combustible, electrolizadores PEM y electrolizadores alcalinos. Además, contamos con un laboratorio en donde se realizan las comprobaciones de los modelos con datos experimentales generados en nuestro grupo adoptando diferentes configuraciones.

Uno de los objetivos principales de nuestro trabajo es estudiar, diseñar y realizar sistemas energéticos híbridos que estén compuestos por fuentes renovables de generación de energía, electrolizadores, celdas de combustible de intercambio protónico PEM y baterías recargables de litio ion. Se pretende abordar de manera integrada el diseño, control y gestión de energía en sistemas híbridos de generación para sistemas estacionarios y para sistemas móviles (vehículos eléctricos).

Otro de los objetivos es desarrollar materiales activos para electrodos, tanto anódicos como catódicos, de baterías de ion litio y litio azufre, como así también el uso de dichos materiales en baterías del tipo prototipo. Estudiar diversos métodos de preparación y optimizar las variables de los métodos de síntesis de dichos compuestos, utilizando a su vez técnicas de caracterización estructural y electroquímica para obtener un panorama completo de los materiales sintetizados.

Además, se trabaja en el desarrollo de modelos multifísicos para baterías de ion litio, celdas de combustible y electrolizadores PEM, que describen y permiten simular los fenómenos físicos y químicos que intervienen en ellas con el fin de tener modelos que sean capaces de pronosticar el comportamiento de los sistemas tanto en contextos estacionarios como en móviles. Particularmente los modelos multifísicos de baterías de ion litio, con diferentes químicas de cátodo, pueden ser utilizados para el diseño de Battery Management



systems (BMS). También se estudia el comportamiento térmico y electroquímico de diferentes baterías en contexto de uso de la misma para sistemas de movilidad y para sistemas estacionarios de almacenamiento de energía desde fuentes renovables.

El abordaje de nuestro trabajo se hace tanto desde el punto de vista teórico como desde la experimentación. En este sentido, se espera poder validar las metodologías propuestas en el Laboratorio de Sistemas de Hidrógeno y Litio (LABSHyL).



DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE CELDAS INTELIGENTES PARA APLICACIONES DE BMS

Quiñones F.¹, Milocco R.H.^{1,2}, Gatti M.¹

¹Grupo de Control Automático y sistemas, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400, 8300, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CCT-Patagonia, Av. Dr. Ramón 372, Neuquén.

Contacto: ruben.milocco@fain.uncoma.edu.ar

RESUMEN

El sistema de gestión de baterías (o BMS por sus siglas en inglés) es un conjunto de hardware y software encargado de manejar la carga y la energía almacenada en un banco de celdas electroquímicas de manera segura y eficiente. Una batería de Litio para uso industrial o en electromovilidad está formada por una cantidad muy grande de celdas electroquímicas por lo que se pueden lograr mejoras significativas en su desempeño si el BMS opera en forma distribuida sobre cada celda o grupos pequeños de celdas. En este contexto cada celda o grupo posee su propio procesamiento de información por lo decimos que el BMS está formado por celdas inteligentes (CI). Cada CI esta auto-monitoreada y procesa localmente las mediciones para calcular indicadores como el estado de carga (SoC), el tiempo remanente, el estado de salud (SoH), y protecciones necesarias. Tanto las mediciones adquiridas como el resultado del procesamiento que realiza cada celda son centralizados en un esquema de comunicación maestro-esclavo.

Para llevar a cabo estas tareas, se diseña un BMS distribuido formado por placas electrónicas de procesamiento individual. Cada una de estas placas, incorporadas a cada celda, posee medidores de corriente, tensión y temperatura, un microcontrolador programable, y otros componentes que permiten definir un funcionamiento autónomo inteligente de cada CI. El diseño está basado en las ecuaciones de un modelo electroquímico desarrollado por el grupo de trabajo.

Este desarrollo y el armado del prototipo fue subsidiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y llevado a cabo principalmente en la Universidad Nacional del Comahue, también con la participación del Instituto Nacional de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA), y con el Centro de Simulación Computacional para Aplicaciones Tecnológicas (CSC).



ESTUDIO EXPERIMENTAL Y TEÓRICO DE MATERIALES PARA BATERÍAS DE Li-O₂

Horwitz G.¹, Cortés H. A.², Barral M. A.^{3,4}, Vildosola V.^{3,4}, Corti H.R.^{3,4}

¹Cambridge Graphene Centre, University of Cambridge.

²Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, INQUIMAE, Universidad de Buenos Aires.

³Departamento de Física de la Materia Condensada, Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

⁴Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CNEA-CONICET.

Contactos: hrcorti@yahoo.com, vvildosola@gmail.com

RESUMEN

En teoría, las baterías de litio-oxígeno (BLO) tienen mucha mayor densidad de energía que las actuales baterías de litio-ion, por lo cual representan una opción muy atractiva para electromovilidad. Sin embargo, todavía deben superarse varios problemas que limitan su uso práctico, tales como: baja ciclabilidad, estabilidad del electrolito, morfología de los productos de descarga, la baja capacidad práctica, la baja eficiencia, entre otros.

Presentaremos aquí los resultados experimentales del estudio de varios tipos de electrolitos, que incluyen solventes orgánicos de la familia de las glicinas y soluciones acuosas superconcentradas, llamadas electrolitos *Water-in-Salt* (WiS). En los primeros analizaremos el rol de la asociación iónica y cuáles son los parámetros que determinan la concentración de máxima conductividad eléctrica. En los WiS se estudió cómo la nanoestructura, determinada por scattering de neutrones, afecta la movilidad de los iones Li⁺.

El cátodo de las BLO es un carbón mesoporoso por donde permea el oxígeno y en cuyos poros se deposita Li₂O₂ durante la descarga. Se describirá la síntesis y caracterización estructural de estos carbones y cómo es la permeación del electrolito y la difusión de iones Li⁺ en los mismos determinadas por radiografía de neutrones.

Además, realizamos cálculos DFT para estudiar distintas propiedades del principal producto de descarga de la BLO, el Li₂O₂. Uno de los métodos propuestos y discutidos en la actualidad para mejorar la capacidad de descarga y el sobrepotencial de recarga de la batería es el dopaje del Li₂O₂. Calculamos el efecto de dopantes en las propiedades estructurales, electrónicas y de transporte del material en volumen. Haciendo un estudio de los diferentes tipos de defectos y su difusión en presencia de dopantes concluimos que no es posible mejorar la conductividad con este método. Por otro lado, realizamos un análisis profundo del proceso de descomposición del Li₂O₂ que ocurre durante la recarga y observamos que los dopantes tipo Na o K pueden promover la formación de vacancias de litio y dar lugar a una disminución del sobrepotencial de recarga. Finalmente, estudiamos el poder de nucleación de la CeO₂ como catalizador de la formación de Li₂O₂ en la descarga.



APLICACIONES DE COMPUESTOS DE LITIO PARA LA DESCARBONIZACIÓN ENERGÉTICA

Gennari F.^{1,2,3}

Integrantes en las líneas de investigación "en Litio": Arneodo Larochette P.^{1,2,3}, Andrade Gamboa J.^{1,2}, Fernández Albanesi L.^{1,2}, Gasnier A.^{1,2}, Amica G.^{1,2}, Gamba N.^{1,2}, Grasso M.L.^{1,2}, Morales M.D.^{1,2}, Martínez A.^{1,2}, De Piano G.^{1,2}, Geuna A.^{1,2}

¹Departamento Físicoquímica de Materiales, Gerencia de Investigación Aplicada, Centro Atómico Bariloche (Comisión Nacional de Energía Atómica), Av. Bustillo 9500, 8400, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Av. Bustillo 9500, 8400, Argentina.

³Instituto Balseiro-Universidad Nacional de Cuyo, Av. Bustillo 9500, 8400, Argentina.

Contacto: fabiana.gennari@ib.edu.ar

RESUMEN

El litio es un elemento con abundancia moderada en la corteza terrestre. Por su reactividad, no se lo encuentra libre sino que está formando parte de rocas volcánicas y sales naturales. A partir de estos recursos, es posible producir una amplia gama de materiales que incluyen hidruros complejos y óxidos mixtos que pueden ser empleados en aplicaciones energéticas. En esta charla presentaremos tres diferentes aplicaciones de compuestos de litio que se estudian en el departamento Físicoquímica de Materiales del Centro Atómico Bariloche: almacenamiento de hidrógeno (H₂) como portador de energía renovable, captura y separación de dióxido de carbono (CO₂) de efluentes gaseosos, y generación de tritio en reactores de fusión.

En el caso del almacenamiento de H₂, la búsqueda de opciones más eficientes en cuanto a economía energética y seguridad, ha llevado al desarrollo de matrices sólidas para confinar el hidrógeno. Los hidruros complejos del tipo borohidruros y amiduros basados en litio constituyen materiales atractivos, ya que debido al peso ligero del litio se logran altas capacidades de almacenamiento por unidad de masa (hasta 18% p/p). Para captura de CO₂, diferentes cerámicos de litio tales como silicatos y circonatos son intensamente investigados como adsorbentes de CO₂. Estos materiales constituyen una alternativa al empleo de aminas líquidas, debido al menor consumo energético e impacto ambiental. Dependiendo de las propiedades físicoquímicas de captura de estos cerámicos, pueden emplearse para el tratamiento de efluentes gaseosos provenientes de la quema de combustibles fósiles o en procesos de sorción de CO₂ pre-combustión. Por último, varios de estos cerámicos de litio enriquecidos en ⁶Li, pueden generar tritio bajo flujo neutrónico. Por esta razón silicatos, titanatos y circonatos de litio están siendo estudiados en el proyecto energético más importante del mundo de los reactores de fusión: el ITER. En este reactor se propone emplear



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

los cerámicos de litio para generar in situ el combustible tritio necesario para la fusión.

Con estos ejemplos se mostrarán varias aplicaciones energéticas de los compuestos de litio que constituyen alternativas a otras conocidas, que agregarían valor a las reservas de litio en Argentina.



GRUPO DE MATERIALES CERÁMICOS DE AVANZADA DEL CETMIC. ZIRCONATO DE LITIO. APLICACIONES Y PROYECCIONES

Suarez G.^{1,2}, Tejerina M.^{1,3}, Yasnó Gaviria J.P.¹, Orsetti N.^{1,2}, Moreira Toja R.^{1,2}, Gómez S.^{1,3},
Gamba M.^{1,3}

¹CETMIC. Centro de Tecnología de Recursos Minerales y Cerámica. Camino Centenario y 506.

²Departamento de Química. Facultad de Ciencias Exactas de la UNLP. Calle 47 y 115. La Plata.

³Facultad de Ingeniería de la UNLP. 1, 750, 1900, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: gsuarez-cetmic.unlp.edu.ar; gsuarez@cetmic.unlp.edu.ar

RESUMEN

Se presentó al grupo de materiales cerámicos de avanzada del CETMIC destacando las trayectorias previas y la sinergia que estas experiencias han causado en las líneas que hoy nos unen. Que son el procesamiento de materiales de zirconia, la reacción sinterización en estado sólido, los procesos de descontaminación utilizando arcillas y arcillas modificadas, Procesamiento de materiales compuestos de zirconia y nanotubos de carbono, deposición electroforética, spray coating, reacciones de síntesis de materiales por sol gel y determinación de estructuras cristalinas por DRX Rietveld.

Se presentó la problemática actual de las baterías de Litio en cuanto al calentamiento y posibles explosiones que sufren esporádicamente estos sistemas y las posibles soluciones y mejoras que podrían traer las baterías de estado sólido evitando el uso de solventes y aumentando la capacidad teórica que estas baterías podrías proveer. Se presentó al zirconato de Litio, sus aplicaciones, ventajas y desventajas en el campo de las baterías de estado sólido junto a otras aplicaciones en el cambio global de la migración de la matriz energética posicionándose como absolvedor de CO₂, aplicación en reactores de fusión nuclear y en biocombustibles entre otras potenciales aplicaciones del zirconato de litio.

Se mostraron, en forma resumida, las líneas de investigación en desarrollo en torno a sistemas de síntesis, sinterización, caracterización y testeos de diferentes fases del zirconato de litio y el uso de diferentes dopantes. Además se mostraron las capacidades del grupo de trabajo del CETMIC en la preparación de estos materiales.



SERVICIOS TECNOLÓGICOS PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO DE LA CADENA DE VALOR DEL LITIO EN ARGENTINA

Abuin G., Hodes S., Montiel G.

Departamento de Almacenamiento de la Energía (DADLE-SOEYM), Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Av. Gral. Paz 5445, 1650, San Martín, Buenos Aires, Argentina.

Contacto: gmontiel@inti.gov.ar

RESUMEN

INTI ha trabajado en el desarrollo de la cadena de valor del litio durante los últimos 10 años. En este tiempo se realizaron diferentes tipos de intervenciones en la temática, brindando asesoramiento a diferentes sectores gubernamentales de la nación y las provincias y asistencias técnicas a empresas. Entre estas intervenciones se destaca la evaluación técnica de diferentes convocatorias a financiamiento a través del programa PRODEPRO y la realización de dos ediciones de la mesa de trabajo para el desarrollo de empresas de baterías “Mesa INTI litio y Baterías”, donde participaron diferentes empresas nacionales del sector. Además, se ha trabajado sistemáticamente en la formación de RRHH con una frecuente presencia en workshops y congresos científicos de la temática electroquímica en general y litio en particular. Desde 2020 INTI forma parte del Foro Interuniversitario Litio (FI), a partir del cual el participó en la presentación del proyecto de Centro Interinstitucional del Litio para la Transición Energética (CILTE). Actualmente INTI trabaja en el desarrollo del laboratorio de evaluación eléctrica de performance y seguridad de baterías de litio. Este laboratorio está pensado para asistir al desarrollo de las baterías de litio para aplicaciones de movilidad urbana y almacenamiento de energía. Además del aporte para el desarrollo de baterías, desde 2018 INTI trabaja en el estudio de tecnologías de gestión, reciclado y recuperación de materiales de baterías agotadas. Los servicios tecnológicos que INTI ofrece a la industria y al sistema científico tecnológico se pueden definir en tres líneas principales;

Desarrollo de proveedores en el noroeste argentino para brindar soluciones al sector minero y contribuir al desarrollo local (INTI NOA).

Desarrollo normativo y evaluación de baterías para aplicaciones de movilidad eléctrica siguiendo los lineamientos de los reglamentos técnicos UN-ECE R100 y R136 y para sistemas de almacenamiento de EERR siguiendo los lineamientos establecidos por normas técnicas IEC, UL e ISO.

Asistencia técnica para la gestión e implementación de procesos de segunda vida, reciclado y recuperación de materiales de baterías agotadas.



GOBERNANZA DEL LITIO Y POLÍTICAS DE DESARROLLO PRODUCTIVO

Obaya M.

CONICET; CENIT-EEYN-UNSAM, Rodríguez Peña 832, CP 1055, Argentina.

Contacto: mobaya@unsam.edu.ar

RESUMEN

Se presentarán las líneas de investigación desarrolladas sobre los vínculos entre los regímenes de gobernanza del litio en Argentina, Bolivia y Chile y las políticas desplegadas para desarrollar capacidades productivas y tecnológicas vinculadas al recurso en los respectivos países. La presentación incluirá reflexiones basadas en comparaciones entre los tres países de la región y en el estudio en profundidad del caso argentino.

Finalmente, se plantearán preguntas abiertas que serán abordadas en futuras investigaciones, vinculadas a los desafíos que conllevan los programas de *Green Deal* en países líderes de la electromovilidad sobre los países productores de compuestos de litio.

Consultas e Información: forolitio@cin.edu.ar | <https://forolitio.cin.edu.ar/encuentro>



GEOPOLÍTICA DEL LITIO: PRESENTACIÓN GRUPO DE ESTUDIOS GyBC

Anigstein C., Argento M., Calderón A. Correa Perelmuter G., Fornillo B., Gamba M.,
Kazimierski M., Nuñez J., Puente, F., Romeo G.D., Santos E., Slipak A.

Grupo de Estudios Geopolítica y Bienes Comunes-Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe-
Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires.

Contacto: geopolcomunes@gmail.com; gustavoromeo@fhcs.unp.edu.ar

RESUMEN

El Grupo de Estudios Geopolítica y Bienes Comunes, es parte del Instituto de Estudios de América Latina y el Caribe (UBA). El primer trabajo colectivo, titulado *Geopolítica del Litio. Industria, ciencia y energía en Argentina* (2015), puso particular interés en la situación nacional en torno al litio. La siguiente producción grupal, *El Litio en Sudamérica. Geopolítica, energía y territorios* (2019), hizo énfasis en la escala regional. Las líneas de trabajo del equipo, incluyeron temas tales como el mercado de la energía, las cadenas de valor globales; la diversidad de las técnicas extractivas; la industrialización; los conflictos territoriales y la relación entre los diversos actores políticos involucrados.

Desde este equipo que cuenta con once integrantes de distintas disciplinas, en paridad de género, de distintos puntos del país y de Brasil, buscamos pensar las problemáticas que cimientan la crisis ambiental global a través de la lente del litio, pero, sobre todo, con foco en la transición energética justa. Estos ejes habilitan el análisis de una realidad global y local ante la que urge realizarse nuevas preguntas y plantearnos nuevos desafíos desde el quehacer científico. Entendemos que los problemas no se explican con una lógica lineal, desde una única perspectiva y con un exclusivo lenguaje de valoración. Por esto, cuando hablamos de *litio*, hablamos de energías renovables, de electromovilidad, pero también de la ley de humedales, del abordaje de los riesgos ambientales, de los modos de vida ancestrales en los territorios y del rol de la ciencia. A través de la investigación y la docencia, la elaboración de materiales pedagógicos o de campañas informativas buscamos construir, de manera colectiva, alternativas al desarrollo en busca de colocar en agenda un debate en torno a los desafíos desde el sur global. Buscamos generar un diálogo entre disciplinas, pero también con el saber de los territorios para reconocer así las demandas de los sectores populares, de las y los trabajadores y las poblaciones campesinas e indígenas con el fin de diseñar nuevas estrategias de posdesarrollo y construir sociedades económicamente igualitarias, ecológicamente sustentables y radicalmente democráticas.



MESA DEBATE “LITIO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA NACIONAL”

Nacif F.

Coordinador de Vinculación Tecnológica de InnovaT-UVT de CONICET.

Contacto: federico.nacif@gmail.com

RESUMEN

En la tercera jornada dedicada al “Marco Legal, Político y Económico”, del 1° Encuentro Nacional sobre Litio, se convocó a referentes de las principales empresas públicas del país, para reflexionar a partir de la siguiente consigna: *¿Es posible impulsar un proyecto estratégico en torno a las reservas de litio? ¿Bajo qué condiciones económicas, normativas y políticas?*

Las exposiciones resultantes pueden agruparse distinguiendo dos posicionamientos diferentes, aunque no necesariamente antagónicos, respecto de la primacía de la iniciativa política, a saber:

1. Inversión pública en I+D

- Oscar Cretini, Director de IEASA.
- Roberto Salvarezza, Presidente del Directorio de YTEC.

Empresas como IEASA o YPF SA, deben trabajar en la planificación de etapas y en el desarrollo de nuevos nichos de negocios, asumiendo la vigencia del actual régimen legal minero. Las reformas normativas vendrán más adelante cuando sean necesarias, así como la articulación entre empresas y la vinculación tecnológica, es decir, aparecerán cuando el desarrollo lo requiera. En este sentido, los proyectos que impulsa YTEC en relación a las aplicaciones del litio, actualmente, están demandando vinculaciones en distintas líneas de trabajo, entre ellas, el desarrollo de electrolitos y la planta piloto de baterías de litio.

2. Reforma normativa e institucional

- Fernando Peyrano, Fábrica Militar Fray Luis Beltrán.
- Rodolfo Kempf, Investigador de CNEA.
- Pablo Portuso, Director Clase A de IMPSA.

Empresas nacionales como Fabricaciones Militares y la CNEA, deben volver a protagonizar un nuevo sendero de desarrollo industrial, esta vez orientado hacia un plan de transición energética que permita la participación de las comunidades locales. La Ley de Actividades Nucleares 24.804, permitiría al Estado Nacional recuperar su soberanía sobre el litio. Aun así, es necesario impulsar una profunda reforma normativa e institucional, que incluya la creación de una nueva empresa nacional y la declaración del litio y de otros recursos naturales asociados a éste como “estratégicos”. Argentina tiene importantes capacidades tecnológicas e industriales, desarrolladas por el Estado a lo largo de su historia y existen hoy



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

**1^{er} Encuentro
Nacional sobre Litio**

Hacia una política para el desarrollo integral



Consejo
Interuniversitario
Nacional

importantes iniciativas particulares que están avanzando en el sendero correcto. Para no desaprovechar este potencial, es necesario alinear la política energética, con las políticas industriales y tecnológicas.



“VOLVER A SAVIO”

POR LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL LITIO EN ORIGEN

Orestes Galeano A.¹, Kempf R.¹, Peyrano F.²

¹Asociación Trabajadores del Estado (ATE)-Coordinación Nacional de Trabajadores de la Industria (CNTI)-CTA Autónoma.

²Fábrica Militar Fray Luis Beltrán-Asociación Trabajadores del Estado Rosario.

RESUMEN

“Con los compañeros de Fabricaciones Militares, junto con Rodolfo Kempf, y nuestro Secretario General Hugo ‘Cachorro’ Godoy, a través de la campaña “Volver a Savio” nos planteamos recuperar las mejores tradiciones de lucha de nuestro pueblo, y también recordar a aquellos que diseñaron nuestro país, y que le dieron una impronta distinta, como Mosconi con el petróleo o Savio con el Acero. Creemos que son ideas de país que quedaron trucas pero que fueron los momentos de mayor desarrollo.

En el caso de Manuel Savio y de FFMM, ese desarrollo fue planteado a lo largo y a lo ancho de nuestra Patria. Creemos que el modelo industrializador de Savio hoy debe implementarse con el Litio. Y la principal herramienta es industrializar en territorio de origen, con respeto al ambiente y reconociendo los derechos de nuestros pueblos originarios. Hay que tener en cuenta que en el Noroeste, donde están los 6 salares de la Argentina es territorio de pueblos originarios que en este momento están peleando para extender la ley 26.160 de Relevamiento Territorial de Comunidades Indígenas.

Desde Fabricaciones Militares planteamos que el valor agregado debe generarse en la provincia de donde se obtiene el Litio, y que debemos armar una corporación de trabajo mutuo para los distintos desarrollos de este mineral. Hoy es necesario pensar una programación estratégica de los recursos naturales, de la producción para la defensa y de la industrialización, tan necesaria para generar valor agregado, en contraposición al mero ensamble o extractivismo de materias primas que vemos hoy.

Desde la CNTI planteamos una reforma integral del marco legal, haciendo un planteo más disruptivo con base en la experiencia del Yacimiento de Litio Fiscal en Bolivia, y para poder avanzar en la conformación de una Empresa Pública Binacional o Trinacional, si se suma Chile. En este sentido creemos importante el proyecto presentado sobre “ley de protección y desarrollo nacional del Litio y un plan estratégico y federal de extracción e industrialización”.



HACIA UNA POLÍTICA PARA EL DESARROLLO INTEGRAL

Tecchi R.¹, Serquis A.², Orestes Galeano A.³, Koenig M.⁴, Fornillo B.⁵

¹Rector de la Universidad Nacional de Jujuy - Presidente Consejo Interuniversitario Nacional - Miembro del Foro de Especialistas en Litio de la Argentina.

²Presidenta de la Comisión Nacional Energía Atómica.

³Asociación Trabajadores del Estado (ATE)-Coordinación Nacional de Trabajadores de la Industria (CNTI) - CTAAutónoma - Campaña "Volver a Savio".

⁴Diputado Nacional por la Provincia de Buenos Aires.

⁵Grupo de Estudios en Geopolítica y Bienes Comunes - UBA - Foro de Especialistas en Litio de la Argentina.

A continuación, transcribimos las palabras de cierre del 1° Encuentro Nacional sobre Litio a cargo del moderador de la charla, Bruno Fornillo, donde se retoman las ideas principales de la mesa y del Encuentro:

RESUMEN

El 1er Encuentro Nacional sobre Litio, ha sido impulsado por el Foro Interuniversitario de Especialistas en Litio de la Argentina, que se propuso discutir y debatir ideas. Si hubiera que subrayar algunas a modo de resumen, diríamos que bajo la premisa de "hacia una política de desarrollo integral" se han presentado elementos que direccionan las posibilidades con las que cuenta el país y que el encuentro en general ha mostrado la importancia de la comunidad científica sea incorporada al diseño de políticas públicas en relación al litio, lo cual podría plasmarse en trayectos y alternativas muy concretas. A su vez, diversos expositores han presentado señales claras que apuntan a que el problema que embarga a la cuestión litífera es fundamentalmente político; es decir, no se trata de problemas económicos, tecnológicos, ambientales y/o sociales aislados, sino de aspectos que están interrelacionados cuya resolución pasa por decisiones de peso en el área política.

Se ha subrayado que convivimos hoy con una suma de tácticas descoordinadas, que denota sintomáticamente la ausencia de una estrategia específica respecto al recurso. Por el contrario, las capacidades tecnológicas han sido expuestas muy claramente a lo largo de todo el encuentro, en todos los campos. Existen propuestas tecnológicas firmes, como la de centrarse en los packs de baterías, uno de los principales puntos dentro del proyecto para conformar un Centro Interdisciplinario de Litio y Transición energética (CILTE) que el Foro presentó el año pasado y para el que se solicitó el financiamiento al área de ciencia. Esta solicitud, que intenta cimentar una red con todos los actores que participaron del Foro, aún se encuentra pendiente de resolución, y esperamos se resuelva positivamente. Entendemos



que el Foro ha dado cuenta de una manera muy clara y nítida de las capacidades que se albergan y que permitirían llevar adelante un proyecto que contribuya al desarrollo del país.

El encuentro ha sido testigo de una participación plural, federal, diversa e inclusiva. Desde el Foro sostenemos que este tipo de participación es imprescindible para lograr una visión integral que dé el correcto marco a una política estratégica del litio.

A lo largo de los tres días de Encuentro, diferentes colegas han desagregado y demostrado de manera rigurosa, científica y con alto contenido de intervención política, aquello que el Foro viene produciendo en términos de declaraciones. Hablando de la necesidad de participación de las comunidades, de los peligros que la extracción actual ocasiona en el ambiente, de las magras rentas económicas que deja la cuestión litífera en el país, voces disímiles han confirmado lo fehaciente y verdadero de esas afirmaciones, a través de presentaciones científicas y relatos en primera persona, muy claramente expuestas en el Encuentro.

En un resumen en torno a las ideas presentadas en el primer día, se ha mencionado la necesidad de poner en valor la inclusión de todas las voces en relación a la cuestión litífera, la complejidad e interdependencia de la dimensión natural y social y muy en especial la necesidad de respetar de manera absoluta los derechos de las comunidades. Ha sido analizado también cómo las corporaciones globales avasallan esos derechos, y cómo esas políticas subnacionales y nacionales están tremendamente entrelazadas con una suerte de subordinación a la dinámica general de las corporaciones extranjeras. Se expresó, por lo tanto, la necesidad de adecuar la normativa de la minería para compatibilizar con las normativas sociales y ambientales, y a su vez conservar la biodiversidad de los ecosistemas, y también la necesidad de evitar una “ley selectiva”, dado que debe incorporar elementos que velen por los derechos de las comunidades y el ambiente. Por el contrario, lo que hoy persiste es una aplicación selectiva de la ley, con aspectos que no se aplican como deberían, por ejemplo, la consulta previa, libre e informada. Se expuso la necesidad de titular los territorios, puesto que las comunidades los poseen desde hace milenios. Se expuso firmemente que, si todo continúa desarrollándose como hasta ahora, podemos asistir al fin del salar y al conjunto de la vida que posibilita, en condiciones en las que el cambio ambiental global arrecia. Y se afirmó y demostró que las empresas tienen el comando de las decisiones y, a la par, enormes ventajas en términos impositivos y tributarios, ambientales y de gestión.

Durante el día dos se puso el acento en la necesidad de que confluyan las distintas instituciones del sector de ciencia y técnica en los desarrollos tecnológicos. Hemos hecho un esfuerzo desde el Foro para el encuentro mismo llamando y convocando a las diferentes instituciones, entre ellas empresas públicas y pymes que existen en la Argentina vinculadas a la tecnología del litio, y también al nuevo paradigma energético, para mostrar las potencialidades en relación a la capacidad pública de desarrollo industrial y de control del nuevo paradigma energético. Es evidente que el predominio de la mercantilización en el



tratamiento de la energía es lo que nos ha llevado a la situación de desigualdad y degradación ambiental en la que hoy nos encontramos. Queda claro que es imprescindible continuar con estos esfuerzos de articulación dentro del sistema científico en sí y también con el sector productivo nacional, con la finalidad de apuntalar los proyectos colectivos y federales que garanticen una mirada integral y popular.

En condiciones de crisis ambiental, de mutación del eje geopolítico global, donde se afirma un capitalismo verde que ha venido para quedarse luego de la pandemia, y donde vivimos un agotamiento generalizado de los recursos, los perjuicios que vive la Argentina en términos de derrumbamiento de su acervo natural son hoy preocupantes. Como Foro - considerando la pluralidad de voces que existen en nuestro interior- queremos traer alternativas y acciones frente a este panorama. Reiteramos la necesidad de conformar una Comisión Nacional del Litio, donde el sector científico sea incluido en las planificaciones estratégicas, así como los diferentes actores sociales afectados directamente por esta problemática, sosteniendo así la vocación universalista que ha tenido y tiene el Foro, que en su mirada integral también es íntegra.

1, 2 y 3 de diciembre de 2021

1^{er} Encuentro Nacional sobre Litio

Hacia una política para el desarrollo integral

Dirigido al sector de Ciencia y Tecnología, el sector productivo nacional, representantes del Estado, organizaciones sociales y a la ciudadanía en general.

Informes e inscripción
forolitio.cin.edu.ar



Organiza:



FORO
INTERUNIVERSITARIO
DE ESPECIALISTAS
EN LITIO



Consejo
Interuniversitario
Nacional