

**CONTENIDO**

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

# IMPACTOS AMBIENTALES POR EXTRACCIÓN DEL LITIO EN SALMUERA EN LA PUNA ARGENTINA: UN LLAMADO A LA INVESTIGACIÓN\*

Recibido: 03/11/2017 • Aceptado: 16/08/2019  
DOI: 10.22395/ambiens.v2n4a4

Vera Mignaqui\*\*\*\*

## RESUMEN

En la Puna argentina, se observa un aumento de las inversiones para la exploración y la extracción de litio a partir de salmuera, motivado por la creciente demanda para baterías de distintas aplicaciones. Argentina ocupa un lugar destacado, a nivel mundial, por estar entre los mayores productores de litio y ser de los países con mayor cantidad de reservas probadas. Las inversiones para la explotación de las reservas (ubicadas en Salta, Jujuy y Catamarca) generan preocupación en las comunidades locales, por los posibles impactos que puedan generar en el ambiente y en su propio estilo de vida. En los últimos años, se publicaron varios informes sobre la minería del litio en Argentina, desde distintas perspectivas: empresas en operación, Estado y academia; sin embargo, nuestro relevamiento muestra que sigue vigente la necesidad de realizar un estudio de los impactos ambientales de la minería del litio en salmuera en el noroeste argentino, consolidando los impactos agregados de las distintas actividades extractivas, tanto las actuales como las proyectadas.

**Palabras clave:** extracción de litio; impactos ambientales; desarrollo sostenible; minería.

\* Artículo de reflexión no derivado de investigación.

\*\* MSc. Universidad Nacional de Quilmes. Programa Institucional Interdisciplinario de Intervención Socio-Ambiental. Roque Sáenz Peña 352, Bernal Buenos Aires, Argentina (B1876BXD). Teléfono +5491121831631. Correo electrónico: [veramignaqui@yahoo.com](mailto:veramignaqui@yahoo.com). ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8423-2041>

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urququi, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

## IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA EXTRAÇÃO DE LÍTIO EM SALMOURAS NA PUNA ARGENTINA: UM CHAMADO À PESQUISA

### RESUMO

Na Puna Argentina, se observa um aumento dos investimentos na exploração e extração de lítio a partir de salmouras, motivado pela demanda exigida pela produção de baterias para diversas aplicações. A Argentina destaca-se, mundialmente, por estar entre os principais produtores de lítio e ser um dos países com as maiores reservas para exploração. Os investimentos para a exploração das reservas (situadas em Salta, Jujuy e Catamarca) geram preocupação nas comunidades locais em função de possíveis danos que possam ser gerados no ambiente e na qualidade de vida destas. Nos últimos anos, foram publicados diversos relatórios e pesquisas acerca das atividades de mineração na Argentina sob perspectivas distintas: empresas em operação, estado e academia. Contudo, esta pesquisa demonstra que segue vigente a necessidade de se realizar um estudo acerca dos impactos ambientais causados pela mineração de lítio em salmouras no noroeste argentino, considerando-se os impactos das distintas atividades extrativas, tanto das atualmente utilizadas, como daquelas ainda em estudo.

**Palavras chave:** extração de lítio; impactos ambientais; desenvolvimento sustentável; mineração.

## ENVIRONMENTAL IMPACTS OF LITHIUM BRINE MINING IN THE ARGENTINE PUNA: A CALL FOR RESEARCH

### ABSTRACT

In the Argentine Puna, there is an increase in investments for the exploration and extraction of lithium from brine due to the growing demand for batteries of different applications. Argentina occupies a prominent place in the world for being among the largest producers of lithium and being one of the countries with the largest amount of proven reserves. The investments for the exploitation of the reserves (located in Salta, Jujuy, and Catamarca) generate concern in the local communities because of the possible impacts they may generate in the environment and their lifestyle. In recent years, several reports have been published on lithium mining in Argentina from different perspectives: operating companies, state, and academia. However, our survey shows that there is still a need for a study of the environmental impacts of lithium mining in brine in northwest Argentina, consolidating the aggregate impacts of the different extraction activities, both current and projected.

**Keywords:** lithium mining; environmental impacts; sustainable development; mining.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

## INTRODUCCIÓN

La extracción del litio en salmuera de los salares del norte argentino, se espera siga creciendo en el futuro, motivada por el aumento de la demanda de litio procesado para baterías de distintas aplicaciones. Argentina está entre los primeros tres productores de litio, a nivel mundial y entre los primeros cinco, en términos de reservas probadas (Ministerio de Energía y Minería, 2017). Las reservas están ubicadas en el noroeste argentino, principalmente, en Salta, Jujuy y Catamarca. Hoy en día, existen dos empresas en operación, el Salar de Olaroz (Orocobre, Toyota, Jemse) –en Jujuy- y el Salar del Hombre Muerto (FMC Lithium) –en Catamarca- y varias empresas en proceso de exploración y desarrollo (Ministerio de Energía y Minería, 2017).

Desde la perspectiva ambiental global, la extracción de litio para su uso en baterías de autos eléctricos tiene un impacto positivo, como parte importante en la cadena de las energías renovables. El crecimiento del sector de energías renovables en detrimento de las energías fósiles contribuye a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, emitidos por los combustibles fósiles y así ayudan a enfrentar el cambio climático.

Es por esto, que la extracción y el procesamiento de litio para su uso en baterías tiene un impacto positivo global. Además, las baterías de litio para automóviles tienen la posibilidad de ser recicladas (CIETIC, 2015; Naciones Unidas, 2010). Por último, la extracción realizada desde salmueras –y no desde minerales sólidos de litio- tiene costos de producción menores, debido al menor uso de energía, ya que el proceso de concentración del litio se realiza por energía solar (CIETIC, 2015; Naciones Unidas, 2010).

El tema no ha sido estudiado a fondo, aún desde el enfoque de la sostenibilidad, en un nivel local. En 2010, dentro de las principales conclusiones y recomendaciones de la Reunión del Grupo de Expertos Senior sobre el Desarrollo Sostenible del Litio en América Latina afirmaron que “la extracción de litio a través de la evaporación de salmueras en salares puede tener impactos significativos en el delicado equilibrio de los suministros de agua”, además que “estudios exhaustivos de impacto medioambiental y de monitoreo son esenciales para impedir, minimizar y mitigar cualquier impacto negativo en la flora y fauna, así como en los ecosistemas de los salares y las áreas adjuntas” (Naciones Unidas, 2010: 2). Asimismo, en 2012 un reporte de la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN) y Centro de Investigación y Documentación Bolivia (CEDIB) comentaba que:

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urucuy, Imbabura, Ecuador   | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

“las comunidades indígenas que habitan las zonas desean poder seguir viviendo del modo que lo hacen ancestralmente, y temen que la extracción de litio en el lugar pueda afectar ese vivir. Esto no significa necesariamente una oposición a la explotación del mineral, sino la necesidad de que se garanticen sus derechos y la posibilidad de poder decidir su modelo de desarrollo. Las empresas por su parte, manifestaron un interés en entablar y conservar buenas relaciones con la comunidad aledaña, utilizando distintas estrategias de acercamiento y de contención de los planteos traídos por las comunidades” (FARN & CEDIB, 2012: 6).

Respecto a los impactos ambientales, el informe de FARN & CEDIB expresa que “es uno de los puntos en los que resultó más difícil recabar información fehaciente y respecto del cual, será necesario ahondar en un futuro” (FARN & CEDIB, 2012: 26).

La intención de este trabajo es evaluar cómo se avanzó, desde el 2010 a hoy, en términos de información pública, sobre los impactos ambientales, a nivel local, de la explotación del litio en salmuera en el noroeste argentino, desde las empresas en operación, desde el Estado y desde la academia.

## 1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar un análisis sistemático de la información presentada por los distintos actores, se consideraron las siguientes dimensiones: 1) impacto en flora y fauna, 2) modificaciones por contaminación de suelos (incluyendo residuos sólidos, paisaje y relieve), aire y agua, 3) impacto en el medio sociocultural (infraestructura, actividades económicas, sociales y culturales), 4) consumo de energía, 5) impacto en el ciclo del agua (FARN & CEDIB, 2012; Infoleg, 1995b; Naciones Unidas, 2010; SAyDS & DIAyS, 2014; Ströbele-Gregor, 2012). Las primeras tres dimensiones forman parte de los contenidos mínimos de un Informe de Impacto Ambiental establecidos por la sección de protección ambiental para la actividad minera del Código Minero (Infoleg, 1995b). Estos requisitos aplican a la actividad minera en general. Se agregaron las últimas dos dimensiones (consumo de energía e impacto en el ciclo del agua), por su relevancia particular en la extracción del litio desde salmueras.

Se hizo una búsqueda bibliográfica sobre lo publicado por los tres actores señalados. Primero, se relevaron informes anuales, técnicos y de sostenibilidad de las empresas, actualmente en operación. Segundo, informes del Estado Nacional en sus Ministerios de relevancia para la temática (minería y ambiente). Tercero, se recolectaron artículos académicos relacionados con los impactos ambientales de la extracción del litio en salmuera en el noroeste argentino, divulgados a posteriori del informe de Naciones Unidas del 2010.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

Para cada dimensión de análisis, se evaluó la información presentada en los informes y artículos relevados según los siguientes criterios:

- “No menciona”: No hace mención de la dimensión en cuestión.
- “Menciona”: Comenta sobre el posible impacto o la relevancia de la dimensión (por ejemplo, se debería estudiar el efecto en el ciclo del agua). Esta mención puede ser superficial, solamente enumerando el ítem o, en profundidad, por ejemplo, haciendo una descripción detallada de las características de la dimensión. En este análisis incluimos bajo “Menciona” a cualquier de estas formas.
- “Datos”: Presenta datos que aporten al análisis de la dimensión (por ejemplo, se consumen 20 litros por segundo de agua potable en la extracción). Estos datos pueden estar acompañados o no por un análisis. Puede ser un análisis acabado llegando a una conclusión de impacto (ejemplo, el impacto sobre el ciclo del agua es nulo) o un comienzo de análisis para la discusión aclarando la necesidad de más datos o investigación. Por el momento, solo se identifican aquellos casos en los que presentan algún dato de utilidad para el análisis de los posibles impactos en la dimensión considerada.

Esta caracterización nos llevará a un cuadro comparativo que mostraremos en las reflexiones finales.

## 2. ANÁLISIS DEL RELEVAMIENTO BIBLIOGRÁFICO

### *Lo que dicen las empresas en operación*

#### Orocobre y Lithium Americas – Salar de Cauchari-Olaroz

En el caso del Salar de Cauchari-Olaroz, se relevó la información presentada, tanto por Orocobre, en su proyecto en operación, como la información presentada por Lithium Americas, que se encuentra en una instancia de factibilidad. Se relevaron las páginas de ambas instituciones (Orocobre y Lithium Americas<sup>\*\*\*</sup>). En el caso de Orocobre, también se relevó sus informes anuales y de sostenibilidad. En el caso de Lithium Americas, su informe técnico de factibilidad sobre los salares de Cauchari-Olaroz.

La página Web de Orocobre, respecto del impacto ambiental del Salar de Olaroz, menciona que tiene una baja huella ambiental, debido a los siguientes aspectos del proceso: no posee descarga de lí-

\*\*\* Orocobre: <http://www.orocobre.com/> y Lithium Americas: <http://lithiumamericas.com>

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urucui, Imbabura, Ecuador   | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

quido al ambiente; se planea una remediación de estanques al final de la vida, con colocación de suelo y siembra de vegetación original; la salmuera se extrae de pozos con un impacto mínimo en los recursos de agua dulce, fuera del salar, por ser acuíferos sedimentarios, con permeabilidad relativamente baja; la energía utilizada para concentrar el litio es solar. Menciona que la huella de carbono en el resto del proceso es menor que otros procesos y que tiene un consumo de agua dulce máximo bajo de <20 l/s (bajo para la industria, según la Web), producida por ósmosis inversa de agua salobre no potable (Orocobre, 2017a). Además, aclara que la empresa está comprometida con los diez principios del marco de desarrollo sostenible, elaborados por el Consejo Internacional de Minería y Metales (MMSD, 2002) y cuenta con un activo programa de “Valor Compartido”, dirigido al desarrollo a largo plazo de la población local (Orocobre, 2017a).

En su reporte anual, incluso, aclara que la empresa no presenta daños ambientales, de acuerdo con las leyes en juego en las provincias donde opera, además que está comprometida con la sostenibilidad de los ecosistemas, utilizando tecnologías “limpias” y el trabajo conjunto con las comunidades locales (Orocobre, 2017b).

En su reporte de sostenibilidad, presenta datos de consumo de agua, energía, generación de residuos y de emisiones de gases de efecto invernadero. Menciona, también, el impacto y el trabajo que se hace con las comunidades, presentando datos al respecto (Orocobre, 2017c). En este caso, es importante resaltar que esta información se presenta públicamente y con datos históricos, por motivación propia de la empresa, siendo que no es legalmente necesario que lo haga. La fuente de los datos es propia de la empresa y, en todos los casos, se muestran tendencias de mejora, debido a propuestas y programas propios, que son imposibles de verificar como externos.

En la página de Lithium Americas, se puede descargar el informe técnico de factibilidad que analiza, tanto el Salar de Olaroz como el de Cauchari. En este reporte, la empresa hace una caracterización del ecosistema, incluyendo datos sobre la flora, fauna, características hidrogeológicas, análisis del balance hídrico, necesidades energéticas, potenciales impactos ambientales en detalle, caracterización de la población y descripción del plan de trabajo con la comunidad. En este informe, se concluye que “durante las etapas de construcción y operación de los salares existe la posibilidad de impactos al medio ambiente que se pueden revertir o mitigar en el corto, mediano y largo plazo” (Lithium Americas, 2017: 230). Entre los principales impactos potenciales identificados aparecen los siguientes: cambio

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

en la calidad del aire; ruidos; cambios en el uso del suelo, debido a los estanques e instalaciones; impacto en el sistema acuífero en general y, en particular, menciona “uso intensivo del agua industrial, que se estima como casi la totalidad de la recarga natural de las cuencas cercanas al sitio propuesto”; alteración de flora y fauna silvestre y de las actividades económicas tradicionales de las comunidades locales (Lithium Americas, 2017: 230).

El enfoque presentado para este salar respecto de sus impactos ambientales responde a la necesidad de cumplir con la legislación vigente, donde se establece la obligación de presentar informes de impacto ambiental y los hacen públicos, a través de su sitio de internet. Si bien estos informes no presentan el nombre de informes de impacto ambiental, la información prevista en varias de sus partes, puede corresponder con uno. Es interesante resaltar que la disponibilidad de la información ambiental en el informe de factibilidad, si bien es rica, es de difícil acceso y comprensión para personas, sin una formación adecuada, capaz de transitar tecnicismos.

### FMC Lithium – Salar del Hombre Muerto

La FMC Lithium\*\*\*\* opera en el Salar del Hombre Muerto. Presenta informes de sostenibilidad e informes financieros anuales para sus operaciones, en un nivel global, no específicos para la operación en el salar argentino. Ambos informes fueron relevados. No presentan en sus sitios de Internet, de manera pública, informes de impacto ambiental.

En su informe de sostenibilidad establece que sus tres metas prioritarias al 2020 son con la gente (reducción de accidentes, basura sólida y el consumo de energía); con sus productos (haciendo productos sostenibles, en el caso del litio, ofreciendo un litio de calidad para baterías para energías renovables) y con la responsabilidad (aumentando la interacción con las comunidades locales y reduciendo los impactos ambientales con menos emisión de gases de efecto invernadero, menor uso de energía, generación de residuos y consumo de agua). Sus informes de sostenibilidad refieren a sus operaciones globales, pero presentan datos desagregados para la extracción de litio (principalmente, en Argentina); estos son: indicadores históricos de consumo de energía, agua, generación de basura y emisión de gases de efecto invernadero en las operaciones de litio (FMC, 2016a; 2017).

\*\*\*\* FMC Lithium: <http://www.fmclithium.com/> FMC cambió su situación societaria a Livent como subsidiaria de FMC Corporation para la explotación de litio. Al momento de realizar este artículo, todavía presentaba sus informes como FMC.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

En el caso del reporte financiero anual es interesante resaltar que, si bien no hace mención a la parte ambiental de una manera resaltada o con la intensidad que lo hace en su informe de sostenibilidad, menciona los riesgos ambientales inherentes a la operación con químicos, en general y peligrosos, en particular, con su posibilidad de contaminación del aire, agua y suelo, en caso de algún accidente o manejo no correcto durante las operaciones, como un posible pasivo financiero, a tener en cuenta (FMC, 2016b).

FMC y Orocobre presentan en su información pública, un enfoque discursivo con fuerte compromiso hacia la sostenibilidad, presentando datos sistemáticos y accesibles sobre emisiones de efecto invernadero, generación de basura, consumo de agua y energía, en general y para la extracción del litio, en particular; sin embargo, la disponibilidad de datos respecto de las características del ecosistema es más escasa que en el caso de Lithium Americas.

### *Lo que dice el Estado Nacional*

#### Ministerio de Energía y Minería

En el informe sobre el mercado del litio del Ministerio de Energía y Minería, se hace una mención al beneficio ambiental por el fomento a las baterías de litio, a nivel global: “El uso del litio en baterías recargables para la industria automotriz constituye un beneficio potencial para la población mundial y el medio ambiente, ya que las mismas harían posible que los automóviles utilicen energía de fuentes renovables libres de carbono (...), responsable del calentamiento global” (Ministerio de Energía y Minería, 2017: 8). Respecto de los impactos ambientales de la extracción, no hace menciones específicas a los impactos locales, pero sí una calificación positiva por comparación con otros procesos extractivos del litio: “la huella de carbono de la producción de carbonato de litio es menor que en otros minerales, dado que gran parte de la energía utilizada en la concentración del litio en los salares es energía solar” (Ministerio de Energía y Minería, 2017: 8).

El Ministerio de Energía y Minería hace mayor foco en la promoción del recurso y en sus atributos sobre el impacto positivo en el ambiente global, pero no reflexiona sobre las repercusiones de esas operaciones a nivel local.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

## Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, si bien no hace alusión en particular al litio en la sección del Minería dentro del Informe del Estado del Ambiente 2016, menciona que “Argentina no estuvo exenta del debate respecto a la sostenibilidad ambiental de la minería, habiéndose registrado casos con repercusiones sociales y políticas significativas, tanto por la cantidad y diversidad de actores sociales involucrados como por las implicancias ambientales e inversiones económicas proyectadas” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016: 379). Incluso, advierte que “un aspecto que caracteriza y condiciona la percepción de la actividad (minera) por parte de la ciudadanía, particularmente las comunidades que habitan el área de influencia de los proyectos de explotación, tiene que ver con las limitaciones respecto a la disponibilidad y accesibilidad de la información ambiental necesaria que permita dimensionar claramente los impactos ambientales, económicos y sociales ligados a este sector” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016: 379).

En el Informe del Estado del Ambiente 2018 menciona que “La actividad extractiva asociada a recursos mineros y energéticos, junto con su procesamiento asociado, tiene el potencial de causar una serie de problemas ambientales, si no se gestiona adecuadamente. Entre ellos se pueden destacar la erosión eólica e hídrica, contaminación de agua superficial o subterránea, daño a suelos y pérdida de flora y fauna. Como parte de lo estipulado por la Ley n.º 24.585 de protección ambiental para la actividad minera, se obliga, previo inicio de una operación, a presentar un informe de impacto ambiental (IIA) que debe ser aprobado mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA)” (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2018: 123).

Es interesante observar que desde la Secretaría toman conciencia de los impactos de la actividad minera, mencionan la existencia de los estudios de impacto ambiental e, incluso, mencionan que el 62% de los establecimientos mineros hacen monitoreo ambiental, pero no presentan ningún dato de impacto ambiental, ni en la parte de minería ni en la parte del agua en particular. Es importante mencionar que en Argentina aún no se cuenta con una ley de presupuestos mínimos en materia de Estudios de Impacto Ambiental, lo que puede ser una de las causas por las que sea difícil consolidar la información presentada por cada establecimiento. La información del reporte, si bien aplica al caso del litio, es para la minería en general y no presenta datos ni una cobertura de la minería del litio, en particular.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urucui, Imbabura, Ecuador   | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

## Lo que dice la academia

En el 2011, Susana Gallardo publica un artículo que refiere de los posibles impactos ambientales de la extracción del litio en salmuera. El principal impacto para tener en cuenta es la posible alteración del ciclo hídrico que puede generar la extracción de salmuera y el consumo de agua para el proceso de lavado, modificando la disponibilidad de agua para la fauna local y para las poblaciones. Además, menciona el impacto en el paisaje por las piletas de evaporación (Gallardo, 2011). Su artículo, se enfoca en la identificación de los posibles impactos y menciona la necesidad de más estudios ambientales.

En el 2014, Manrique, como parte de su trabajo integrador de la especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Mar del Plata, menciona los posibles impactos por contaminación del litio en el aire, suelo y agua. Además, señala los riesgos por alteración del ciclo del agua en los salares y sus impactos en la fauna y poblaciones cercanas. Además, hace hincapié en la necesidad de evaluar la posible contaminación por la instalación productiva (por ejemplo, emisiones de gases, ruidos) (Manrique, 2014).

El Informe del Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia Tecnología e Innovación (CIECTI) menciona que “existen desafíos que se podrían agrupar en un segundo nivel de prioridad, que no son abordados como una problemática crítica, a nivel global, sino que se relacionan con demandas regionales, sectoriales o particulares, a un sector del complejo productivo del litio” (CIECTI, 2015: 44). Entre estas demandas refiere la problemática por el uso intensivo de agua en el procesamiento del litio a partir de salmueras, la necesidad de estudiar este impacto en el balance hídrico en las poblaciones y ecosistemas y buscar soluciones para minimizar el consumo de agua en el proceso, en particular, teniendo en mente que los salares están ubicados en zonas áridas (CIECTI, 2015). El informe menciona el menor consumo de energía en la extracción y en el procesamiento del litio obtenido desde salmueras (CIECTI, 2015). Además, señala el desafío de resolver la contaminación por polvillo de hidróxido de magnesio durante el proceso de obtención de carbonato de litio que, si bien es inerte, genera molestias en las poblaciones cercanas a los salares, al estar sujeto a la acción del viento (CIECTI, 2015).

Por último, el informe resalta que “la explotación minera siempre despierta críticas por su considerable impacto ambiental y la ausencia de políticas respecto a las comunidades locales que ven sus medios y estilo de vida alterados por estos proyectos. El caso del litio en solución, que a priori requie-

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

re un proceso mucho más “amigable con el medio ambiente”, no escapa a esta lógica y los problemas que ocasione deberían ser controlados y monitoreados” (CIECTI, 2015: 68).

En 2015, Puente y Argento siguen resaltando la necesidad de investigación sobre los impactos ambientales, haciendo una descripción del ecosistema y foco en las preocupaciones de las comunidades locales, que se pueden resumir en tres dimensiones: “disputa en torno a las diversas formas de utilización de la sal; (...) las características específicas que asume el uso del agua para la explotación del litio en el territorio de la Puna atacameña, cuyo rasgo central es la aridez y escasez de este recurso; (...) y el conflicto frente a la demanda por la debida información sobre los usos de sus territorios, de cara a la exigencia de la realización de una Consulta Libre, Previa e Informada (CLPI)” (Puente y Argento, 2015: 129-130).

También, en el 2015, Anlauf presenta un relevamiento de datos de extracción de agua y unos análisis preliminares sobre los impactos ambientales en el balance hídrico. Además, menciona los posibles impactos en el ecosistema en general. Para el caso particular del proyecto Cauchari-Olaroz indica que tiene un impacto ambiental de carácter severo, según el estudio de impacto ambiental, realizado en el 2011. También señala que la empresa hizo una estrategia elaborada de responsabilidad social empresarial, ganando el apoyo de pobladores y autoridades locales. Señala, igualmente, la necesidad de realizar estudios ambientales en profundidad (Anlauf, 2015).

En el 2018, se publicó, por un lado, un artículo de Flexer *et al.* (2018), donde se realiza un relevamiento del proceso de producción del litio y se hace mención, junto con algunos datos específicos, de los posibles problemas ambientales que podría tener esta operación en la Puna. En particular, se menciona el problema del impacto en el ciclo del agua, posibles impactos en la flora y fauna y la cantidad de residuos sólidos, generados en el proceso de precipitación. Por otro lado, durante el mismo año, se publicó un artículo de Sticco (2018), donde se hace una explicación de la dinámica de los reservorios salinos y la alteración que, en esa dinámica, puede generar la extracción del litio en salmuera.

Por último, durante el 2019, se publicó un artículo, donde se relevaron datos y se hacen estimaciones numéricas sobre el impacto de la extracción del litio en salmuera actual y futura sobre los reservorios y sobre la disponibilidad de agua dulce la Puna (Mignaqui, 2019). En el mismo artículo, se genera una discusión sobre el impacto que esta extracción podría tener sobre la disponibilidad de agua dulce para otras actividades o para las comunidades (Mignaqui, 2019).

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urququi, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

Evaluando los artículos producidos por la comunidad académica, la mayoría adquiere un carácter enunciativo de los posibles problemas y dimensiones a considerar en un eventual estudio, pero no llegan a hacer un relevamiento y análisis por su cuenta. El artículo de Anlauf es el primero que empieza a sumar datos sobre el impacto en el recurso hídrico, que es, hasta ahora, el que tiene el mayor riesgo. Luego, se fueron sumando investigaciones que van sumando datos, relevamiento o análisis, como el de Flexer *et al.* (2018) y Mignaqui (2019). Igualmente, hoy, en todos los artículos, sigue siendo mencionada la necesidad de contar con más y mejores datos para poder avanzar en los análisis de impacto ambiental actual y futuro de la extracción del litio en salmuera en la Puna.

### 3. REFLEXIONES FINALES

La Constitución Nacional, en su artículo 41, establece que todos los habitantes tienen el derecho a un ambiente sano y apto para el desarrollo humano, ahora y en el futuro (Infoleg, 1995a). Por su parte, la Ley General del Ambiente y la Ley De la Protección Ambiental para la Actividad Minera establecen que las empresas deben presentar Informes de Impacto Ambiental, hacen hincapié en la necesidad de disponibilidad de la información ambiental y en la educación y participación de la ciudadanía (Infoleg, 1995b; Infoleg, 2002). Además, la Ley General del Ambiente establece en su artículo 18, que las autoridades deberán informar sobre el estado del ambiente y los efectos sobre el mismo de las actividades antrópicas actuales y proyectadas, para esto, la herramienta propuesta es el informe anual del estado del ambiente, elaborado por las autoridades, a nivel nacional (Infoleg, 2002).

De este modo, tanto el pedido de las comunidades cercanas a las operaciones de litio como del grupo de expertos de Naciones Unidas sobre extracción de litio (FARN & CEDIB, 2012; Naciones Unidas, 2010), cuentan con sustento y herramientas legales, que favorecen sus pedidos de información.

Las empresas relevadas presentan enfoques distintos para sus comunicaciones respecto de los impactos ambientales. Por un lado, Lithium Americas hace públicos sus informes técnicos con información de sus posibles impactos ambientales, siendo una comunicación de carácter técnico y reglamentario. Por el otro, Orocobre y FMC tienen una fuerte comunicación, declarando su compromiso con la sostenibilidad y presenta indicadores ambientales, de manera histórica, sus informes de sostenibilidad están dirigidos a sus accionistas y tienen un discurso de fuerte compromiso.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

Es interesante resaltar que la mayor disponibilidad de información sobre los impactos ambientales es dada por las empresas extractivas, de manera pública, en sus sitios de Internet y reportes de sostenibilidad. La ley argentina establece la obligación de presentar informes de impacto ambiental a los organismos competentes, pero no regula sobre la información que cada empresa hace disponible en sus sitios de Internet. Esta apertura voluntaria respondería a las sugerencias dadas por el informe “Abriendo Brechas”, que surge como parte del proyecto de Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible, promovido por las mismas empresas mineras, para lidiar con los crecientes conflictos que presentan sus operaciones, a nivel global (MMSD, 2002). La información y datos ofrecidos por las empresas son monitoreados e informados por las empresas, pero no cuentan con ninguna instancia de validación por organismos estatales. Por otro lado, en general, muestran tendencias de mejora y descripción de programas y actividades para lograrlo, que son imposibles de verificar externamente.

Desde el Estado Nacional, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable presenta anualmente su Informe Ambiental Anual, en línea con la Ley General del Ambiente (Infoleg, 2002; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2018), pero es llamativo que no se hayan presentado datos obtenidos de los distintos informes de impacto ambiental que revelan las empresas ni análisis agregados de los impactos ambientales de todas las operaciones extractivas en una zona, siendo que es particularmente esto lo que debe monitorear y evaluar tal informe.

Por otro lado, el informe va mejorando con los años, pero sigue sin establecer instancias de monitoreo o análisis consolidados propios. Este informe refiere de la minería en general, pero no estudia el litio, en particular. En el caso del Ministerio de Energía y Minería, se hace mayor foco en la promoción del recurso y en sus atributos sobre el impacto positivo en el ambiente global, pero no menciona las repercusiones de esas operaciones, a nivel local, incluso, lo planteado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, alineándose con el discurso global. Como dice Gobel, “el litio es una metáfora de un progreso “limpio”, post-petrolero. Los problemas ecológicos, culturales y sociales que produce la minería del litio desde la perspectiva local son invisibilizados en los discursos globales” (Braig & Gobel, 2013: 91) y, en el nivel nacional, para el caso de la minería del litio, se puede decir que también se invisibilizan en los discursos del Gobierno Nacional.

Evaluando los artículos producidos por la comunidad académica sobre el impacto ambiental de la extracción del litio en salmuera, si bien la mayoría se caracteriza por realizar una enunciación de los posibles impactos ambientales y un llamado a la necesidad de investigación, en los últimos años, van

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

surgiendo artículos que analizan los impactos potenciales, pero es preocupante ver que las fuentes de datos suelen ser los mismos ofrecidos por las empresas, revelando que aún el Estado ni la academia han consolidado instancias propias de monitoreo, que permitan obtener datos independientes para analizar los impactos.

Así, a pesar del tiempo transcurrido desde el informe de Naciones Unidas y de las necesidades manifestadas por las comunidades, la academia aún debe trabajar para dar respuesta con análisis completos sobre el estado ambiental de las zonas de influencia de la extracción del litio y de los impactos proyectados de actividades futuras.

En el cuadro comparativo mostrado en la tabla 1, se destacan algunos puntos interesantes.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre impactos y su tratamiento por parte de diferentes actores y fuentes.

|   | Impactos      |                |                     |                    |                |
|---|---------------|----------------|---------------------|--------------------|----------------|
|   | Flora y fauna | Contaminación* | Medio sociocultural | Consumo de energía | Ciclo del agua |
| <b>Empresas</b>                                   |               |                |                     |                    |                |
| Orocobre  | Menciona      | Datos          | Datos               | Datos              | Datos          |
| Lithium Americas                                  | Datos         | Datos          | Datos               | Datos              | Datos          |
| FMC   | No menciona   | Datos          | Menciona            | Datos              | Datos          |
| <b>Estado</b>                                     |               |                |                     |                    |                |
| Ministerio de Energía y Minería                   | No menciona   | No menciona    | No menciona         | Menciona           | No menciona    |
| Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable** | Menciona      | Menciona       | Menciona            | No menciona        | Menciona       |
| <b>Academia</b>                                   |               |                |                     |                    |                |
| Gallardo, S. (2011)                               | Menciona      | Menciona       | Menciona            | No menciona        | Menciona       |
| Manrique A. (2014)                                | Menciona      | Menciona       | Menciona            | No menciona        | Menciona       |
| CIETIC (2015)                                     | Menciona      | Menciona       | Menciona            | Menciona           | Menciona       |
| Puente F. y Argento M. (2015)                     | Menciona      | No menciona    | Menciona            | No menciona        | Menciona       |
| Anlauf A. (2015)                                  | Menciona      | No menciona    | Menciona            | No menciona        | Datos          |
| Flexer V. et al. (2018)                           | Menciona      | Datos          | No menciona         | Menciona           | Datos          |
| Sticco M. (2018)                                  | No menciona   | No menciona    | No menciona         | No menciona        | Menciona       |
| Mignaqui V. (2019)                                | No menciona   | No menciona    | Menciona            | No menciona        | Datos          |

Fuente: Elaboración propia. \*Se refiere a contaminación de suelos, aire y agua. \*\*El análisis de este Ministerio es sobre la minería en general. Existen algunos datos de características del ecosistema, pero no dentro del análisis de la minería ni vinculados a la actividad minera del litio,

en particular, por eso no fueron considerados.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

Por un lado, como ya se expuso, el hecho que sean las empresas extractivas las que en este momento están presentando, de manera voluntaria, la mayor cantidad de información de acceso público. En principio, esto facilita la investigación, pero evidencia la necesidad de monitoreo independiente por parte del Estado y de la academia, para hacer estudios y análisis críticos y confiables respecto de los datos dados. Si bien es valorada la acción de las empresas de publicar datos, es imposible verificar la validez de estos, en cuanto a metodologías y criterios para su generación. Por otro lado, la falta de intercambio o relevamiento de la información presentada por las empresas por parte de la academia y por parte del Estado Nacional, estos últimos, en particular, ya que podrían tener un acceso facilitado a los informes de impacto ambiental, presentados a los organismos de control.

Se entiende que el procesamiento de esta información presenta una complejidad al no haber presupuestos mínimos de requisitos de información y datos, pero es el rol del Estado Nacional evaluar el impacto consolidado sobre el ambiente de las actividades antrópicas y, ante la falta de monitoreos propios, podría ser una fuente de información y análisis válida y ya disponible. Si bien esto aplica a todas las actividades mineras, en particular, es preocupante la falta de un análisis consolidado, sistemático y en profundidad sobre el impacto ambiental local de la extracción del litio, por parte del Estado.

Queda pendiente un trabajo de campo y de entrevistas con las áreas responsables, tanto en los gobiernos provinciales de Catamarca y Jujuy y de las áreas implicadas, en el nivel nacional, como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, para entender las razones que impiden un estudio más profundo de estos aspectos. De cualquier manera, podemos concluir que sigue siendo una tarea pendiente realizar un estudio de los impactos ambientales de la minería del litio en salmuera, en el noroeste argentino, consolidando los impactos agregados de las distintas actividades extractivas, tanto las actuales como las proyectadas.

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelio <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

## REFERENCIAS

- ANLAUF, A. (2015). ¿Secar la tierra para sacar el litio? Conflictos socio-ambientales en la minería del litio. En ABC del Litio Sudamericano, Soberanía, ambiente, tecnología e industria (Nacif, F. y Lacabana, M. Eds.). Colección Economía y Sociedad. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Ediciones del CCC Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini; Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes. [https://www.academia.edu/34268542/Conflictos\\_Socio-Ambientales\\_en\\_la\\_Miner%C3%ADa\\_del\\_Litio?auto=download](https://www.academia.edu/34268542/Conflictos_Socio-Ambientales_en_la_Miner%C3%ADa_del_Litio?auto=download)
- BRAIG, M.; GÖBEL, B. (2013). Globalización de la naturaleza y ciudadanía: resistencias, conflictos, negociaciones. Presentación. IBEROAMERICANA, 13(49), 89-92. [http://www.iai.spk-berlin.de/fileadmin/dokumentenbibliothek/Iberoamericana/49-2013/49\\_Braig\\_y\\_Goebel\\_Presentacion.pdf](http://www.iai.spk-berlin.de/fileadmin/dokumentenbibliothek/Iberoamericana/49-2013/49_Braig_y_Goebel_Presentacion.pdf)
- CIETIC. (2015). Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local: Informe Tecno-Productivo. <http://www.cietic.org.ar/publicaciones/industrializacion-litio-agregado-valor-local/>
- FARN & CEDIB. (2012). El litio en la Puna Argentina y Boliviana. <http://www.farn.org.ar/wp-content/uploads/2014/08/Investigaci%C3%B3n-Litio-FARN-CEDIB-Enero-2014.pdf>
- FLEXER, V. *et al.* (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of the Total Environment* 639 (2018) 1188-1204
- FMC. (2016a). Built for progress. Sustainability Report. [http://fmc-sustainability.com/wp-content/uploads/2017/05/FMC\\_2016\\_Sustainability\\_Report.pdf](http://fmc-sustainability.com/wp-content/uploads/2017/05/FMC_2016_Sustainability_Report.pdf)
- FMC. (2016b). Annual Report. <http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=117919&p=irol-reportsannual>
- FMC. (2017). Sustainability Report. [http://fmc-sustainability.com/wp-content/uploads/2018/05/FMC\\_2017\\_Sustainability\\_Report.pdf](http://fmc-sustainability.com/wp-content/uploads/2018/05/FMC_2017_Sustainability_Report.pdf)
- GALLARDO, S. (2011). La fiebre comienza. *Revista Exactamente* (Número 48, octubre), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/003\\_Exactamente/003\\_Exactamente\\_048.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/003_Exactamente/003_Exactamente_048.pdf)
- INFOLEG. (1995a). Constitución Nacional. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/804/norma.htm>
- INFOLEG. (1995b). Ley de la Protección Ambiental para la Actividad Minera. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/30096/norma.htm>
- INFOLEG. (2002). Ley General del Ambiente. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- LITHIUM AMERICAS. (2017). NI 43 - 101 TECHNICAL REPORT. Updated Feasibility Study. Reserve Estimation and Lithium Carbonate Production at the Cauchari-Olaroz Salars, Jujuy Province, Argentina. [http://lithiumamericas.com/wp-content/uploads/2017/05/LAC\\_43-101\\_FINAL\\_May112017\\_web.pdf](http://lithiumamericas.com/wp-content/uploads/2017/05/LAC_43-101_FINAL_May112017_web.pdf)
- MANRIQUE, A. (2014). Explotación del litio, producción y comercialización de baterías de litio en Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería. Trabajo Final Integrador de la carrera de postgrado: Especialización en Gestión de la Tecnología y la Innovación <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/63/TrabajoFinalIntegrador-Especializaci%C3%B3nGTI-AlejandroManrique.pdf?sequence=1>
- MIGNAQUI, V. (2019). Puna, litio y agua. Estimaciones preliminares para reflexionar sobre el impacto en el recurso hídrico, *Revista de Ciencias Sociales*, segunda época, año 10, N° 36, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, primavera de 2019, pp. 37-55, edición digital, <<https://ediciones.unq.edu.ar/538-revista-de-ciencias-sociales-segundaepoca-no-36.html>>.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. (2016). Informe del Estado del Ambiente. [http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/MAYDS\\_IEA\\_2016\\_baja.pdf](http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/MAYDS_IEA_2016_baja.pdf)
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINERÍA. (2017). Situación actual y perspectivas. Mercado de Litio. <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7252>
- MMSD. (2002). Abriendo Brechas. Resumen Ejecutivo. IIED. <http://pubs.iied.org/pdfs/9287IIED.pdf>

## CONTENIDO

Tabela de conteúdo • Table of contents

|  |     |
|--|-----|
| Créditos   | 1   |
| Colaboradores  | 3   |
| Editorial  | 4   |
| <b>ARTÍCULOS DE TEMA CENTRAL</b>   |     |
| 1 Ambientalização curricular em instituições de ensino superior  | 10  |
| <b>ARTICULOS DE SECCIÓN ABIERTA</b>  |     |
| 2 Los residuos sólidos urbanos en un municipio del Estado de Morelos, México: análisis de factores que influyen en su manejo   | 28  |
| 3 Determinación del índice de transición que influye en la definición de la época seca y húmeda en la zona de la ciudad del conocimiento Yachay, Urcuqui, Imbabura, Ecuador  | 52  |
| 4 Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna Argentina: un llamado a la investigación  | 68  |
| <b>DOSSIER</b>   |     |
| 5 Programas institucionais de educação ambiental como base para a formação cidadã numa região amazônica  | 85  |
| 6 Transforming our world: higher education and the agenda 2030   | 105 |
| <b>RESEÑAS</b>   |     |
| 7 Hidalgo, Carelia <i>et al.</i> (2017). Ambiente y Universidades Sostenibles. Resultados de indicadores de sostenibilidad en las universidades venezolanas. Barquisimeto: Red Venezolana de Universidades por el Ambiente | 122 |

NACIONES UNIDAS. (2010). Conclusiones y recomendaciones. Reunión del Grupo de Expertos Senior sobre el Desarrollo Sostenible del Litio en América Latina: Asuntos Emergentes y Oportunidades. [http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt\\_pdfs/meetings2010/EGM\\_latinamerica/Conclusions%20and%20Recommendations%20Lithium%20EGM%20-%20Spanish%20-%20Final.pdf](http://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2010/EGM_latinamerica/Conclusions%20and%20Recommendations%20Lithium%20EGM%20-%20Spanish%20-%20Final.pdf)

OROCOBRE. (2017a). Environmental Footprint. <http://www.orocobre.com/operations/salar-de-olaroz/>. Accedido el 20/09/2017

OROCOBRE. (2017b). Annual Report. <http://www.orocobre.com/investor-centre/annual-reports/>

OROCOBRE. (2017c). Sustainability report. <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=4008>

PUENTE F.; ARGENTO M. (2015). Conflictos territoriales y construcción identitaria en los salares del noroeste argentino. En Geopolítica del Litio (Fornillo B. coord.) Editorial El Colectivo. CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20150918095017/Geopolitica.pdf>

SAyDS & DIAYs. (2014). Criterios para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. [www.observatoriorsu.ambiente.gob.ar/content/pdfinformacion/107.pdf](http://www.observatoriorsu.ambiente.gob.ar/content/pdfinformacion/107.pdf)

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. (2018). Informe del Estado del Ambiente. <http://informe.ambiente.gob.ar/>

STICCO, M. (2018). ¡Litio al agua! Pulso Ambiental. Revista FARN. N°10. Agosto.

STRÖBELE-GREGOR, J. (2012). Litio en Bolivia – El plan gubernamental de producción e industrialización del litio, escenarios de conflictos sociales y ecológicos, y dimensiones de desigualdad social. desiguALdades.net (Research Network on Interdependent Inequalities in Latin America), Working Paper Series, N° 14, Berlín. [http://www.desigualdades.net/Resources/Working\\_Paper/14\\_WP\\_Str\\_\\_bele\\_Gregor\\_online\\_sp.pdf](http://www.desigualdades.net/Resources/Working_Paper/14_WP_Str__bele_Gregor_online_sp.pdf)