

Riesgo ambiental e incertidumbre en la producción del litio en salares de Argentina, Bolivia y Chile

Gustavo Romeo

Argentina, Bolivia y Chile cuentan con importantes reservas de litio en salmueras, mezcla de aguas y sales que se encuentran en el corazón subterráneo de los salares andinos, cuyos costos de producción son considerablemente menores que la explotación de litio en canteras. Las características de estos salares son diversas y las técnicas con las que se trabaja en cada sitio cuentan con semejanzas que, en comparación con otros métodos de extracción de la industria minera, parecerían no presentar consecuencias negativas de relevancia para el ambiente. No obstante, estas salmueras forman parte del sistema hídrico de los salares. La falta de información sobre las amenazas de la explotación y su intensidad, la ausencia de consideración sobre componentes de vulnerabilidad, el bajo fomento de participación de las comunidades y la incertidumbre como eje a la hora de decidir sobre el modo de obtener el mineral, son elementos que nos llevan a pensar estos ecosistemas como parte de sistemas socioambientales complejos. Pese a ello, difícilmente son analizados de manera integral por los estudios ambientales previos que requieren de aprobación para llevar adelante los proyectos.

En el presente trabajo, se indaga sobre algunas de las diferencias existentes en las características de los sitios de explotación en el “Triángulo del litio”, el principal modo de extracción del mineral desde las salmueras y las lógicas en la confección de estudios ambientales previos. Con esto se busca lograr un acercamiento a una racionalidad distinta, que considere que nos enfrentamos a sistemas socioambientales complejos. Todo lo dicho, descontando que ante la falta de certezas sobre la afectación del equilibrio hídrico de

los salares, las decisiones para llevar adelante los proyectos deberían basarse plenamente en el principio de precaución.

El litio es un mineral que no se caracteriza por ser escaso, es el 27° mineral más abundante del planeta y se encuentra adosado a otros 150 minerales (Fornillo, 2015). Las fuentes de donde se obtiene son diversas y están siendo explotadas en distintos rincones del mundo. Actualmente, Australia es el mayor productor mundial de litio, el cual se extrae de minas de pegmatitas y/o espodumeno. Estos yacimientos comparten algunas semejanzas con los que se encuentran en sitios como Minas Gerais en Brasil, en la región de Puno en Perú o en el noreste de la provincia de San Luis en Argentina, solo por mencionar algunos ejemplos cercanos. Sin embargo, en Sudamérica, la explotación efectiva del litio se desarrolla hoy por hoy a partir de la extracción de salmueras desde los salares que integran ecosistemas ubicados en Argentina (Puna), Bolivia (Altiplano) y Chile (Atacama). El principal interés a la hora de iniciar la búsqueda del litio reside en la extracción de salmueras, las cuales cuentan con concentraciones significativamente altas de sales en su composición. Es allí donde este metal se encuentra disuelto, mezclado con otros minerales y convencionalmente medido en partes por millón. Dependiendo del salar al que nos refiramos, el proceso para la obtención del litio de la salmuera puede verse modificado, según las condiciones particulares de cada uno.

En la Argentina, además de contar con numerosos proyectos de exploración, existen dos proyectos en producción: uno en la Mina Fénix, ubicada en el Salar del Hombre Muerto (Catamarca), que se encuentra en producción desde 1997; y el proyecto de “Sales de Jujuy”, ubicado en el Salar de Olaroz, Jujuy, desde 2014. El país posee además yacimientos de litio en pegmatitas y/o espodumeno en etapa de exploración, en las provincias Córdoba (Mina Las Tapias) y San Luis (Mina Géminis) (Delbuono, Such, Toledo, y Jerez, 2017). Además de estos sitios, y reiterando la afirmación acerca de la abundancia de este mineral, se puede señalar el descubrimiento de litio en la provincia de Río Negro, en la Patagonia argentina, vinculado a otros minerales como uranio, vanadio y otras “tierras raras” como el lantano y el itrio (Boletín Oficial de Río Negro, 2012).

En Chile, las empresas que llevan adelante la producción en el Salar de Atacama son Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) y Albemarle. La técnica llevada adelante en estos proyectos en operación es el tradicional método evaporítico. El mismo consiste en el bombeo de la salmuera a grandes piletas de decantación donde, por efecto de la radiación solar y las altas temperaturas durante

el día, el agua se evapora y las sales precipitan en función de su solubilidad. Luego, es necesario el agregado de ciertas sales como carbonato de sodio e hidróxido de calcio según se busque obtener cloruro de litio, carbonato de litio y/o –como ocurre en Chile– hidróxido de litio. La aplicación de este método incluye el uso de agua dulce para purificar las sales y genera significativos volúmenes de residuos que pueden volverse un problema en relación a su disposición transitoria y final.

Actualmente, el Estado Plurinacional de Bolivia no se encuentra en la etapa de producción a escala industrial, pese a que ya existen alarmas sobre el impacto ambiental de la explotación asentada en el Salar de Uyuni.

Minería del agua, posibilidad de fiscalización y técnica de extracción como amenaza

Las explotaciones de las salmueras comparten la cercanía no solo con comunidades cuyos modos de vida se encuentran en estrecho vínculo a los salares, sino también con otras actividades mineras en plena explotación. En el caso chileno, con las mineras Escondida y Zaldívar, que principalmente extraen cobre, ubicadas unos 100 kilómetros hacia el sur de la explotación de litio, las cuales también demandan la utilización de agua para sus actividades. De hecho, en marzo de 2018, Minera Escondida realizó una nueva solicitud de permiso para uso de agua, calculada en 640 l/s (litros por segundo) hasta el año 2030¹. En este mismo sentido y a partir de estudios realizados por la Dirección General de Aguas (DGA), se desprende de su Informe Técnico N° 234 denominado “Evaluación de la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos en los sectores del Salar de Atacama”, que el principal acuífero de la subcuenca del Salar de Atacama, ubicado en el sector Tilopozo-Pajonales, se encuentra sobreexplotado debido al uso industrial.

La renovación del contrato tratada a principios de ese mismo año entre la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO) y SQM, le asegura a la firma seguir con la extracción de agua y salmueras hasta el año 2030, bajo técnicas que fueron aprobadas por la Autoridad Ambiental. La información que llega hasta las comunidades atacameñas, tanto del Estado como de las empresas, resulta insuficiente y poco confiable. Acerca de la determinación de los impactos, la misma no es generada desde ámbitos independientes

1 “Minera Escondida busca ampliar cuota de extracción de agua hasta 2030 en el Salar de Atacama, pese a protestas de originarios”, El Ciudadano (22/02/2018). El permiso solicitado en 1997 y que caduca este año, le permitía extraer entre 1200 y 1400 litros por segundo.

(Anlauf, 2015). Los pueblos atacameños han manifestado su preocupación en relación a los acuerdos que a principios de 2018 se alcanzaron entre CORFO y SQM, en donde acusan que la cuota de extracción podría afectar los recursos hídricos². Al respecto, las posiciones de las comunidades atacameñas no se contemplaron en este acuerdo, motivo por el cual se presentaron acciones legales asegurando que no fue respetado el convenio 169 de la OIT³.

En Atacama, SQM y Albemarle (antes Rockwood Lithium) son responsables de posicionar a Chile como el inmediato perseguidor de Australia en la producción mundial de litio; a su vez, es el primero en producción de carbonato de litio a partir de salmueras. Esto se debe en gran medida a las ventajas en la producción: sus piletas de evaporación se ubican sobre el salar de Atacama, a escasos kilómetros de la Reserva Nacional Los Flamencos. En términos generales, los costos, márgenes y la viabilidad económica de cada proyecto en salares, presenta ventajas en comparación con la explotación a partir de rocas pegmatíticas (Fornillo, 2015). Particularmente, en Atacama se presentan condiciones más óptimas inclusive que en los salares de Argentina y Bolivia. Las salmueras bombeadas desde debajo de la corteza salina contienen importantes niveles de concentración de potasio y litio, así como de sulfato y boro. Considerando la información que SQM comparte en su página web oficial, éstas son luego depositadas en piletas de evaporación que cubren cerca de 1700 hectáreas. Allí, características tales como la altura sobre el nivel del mar, el índice de evaporación, la superficie del salar, entre otros factores, juegan un rol importante en relación a las dificultades y facilidades en la producción (en el Cuadro 1 se mencionan algunas de las características). Se debe considerar que las concentraciones de litio pueden variar en aquellos salares que cuenten con grandes superficies. Las condiciones que hacen de Atacama un Salar en ventaja, tienen que ver con su ubicación, siendo un salar preandino ubicado a 2300 metros sobre el nivel del mar que cuenta con una superficie aproximada de 3000 km². La depresión central se encuentra ocupada por una costra constituida esencialmente por halita, que tiene 1100 km² de superficie y 900 metros de espesor. Al ser una cuenca de sedimentación, es decir una cuenca cerrada, el salar cuenta con formaciones volcánicas de la Cordillera de los Andes hacia el este y la Cordillera de Domeyko al oeste. Este núcleo de halita porosa se halla impregnado por una

2 Para mayor detalle remitirse al artículo de Argento y Puente en este mismo libro.

3 “Admisible declaró la Corte de Apelaciones el recurso presentado contra acuerdo de Corfo y SQM”, Duna (21/02/2018).

salmuera donde abundan las concentraciones de litio y potasio, sin embargo, también se puede hallar boro y magnesio (Alonso y Risacher, 1996). Algunos otros datos sobre esta zona que influyen en la técnica de producción se vinculan a las características climáticas, siendo el promedio de las precipitaciones sobre el salar muy bajo, del orden de los 25 mm/año. Respecto de la evaporación potencial, se calcula que es muy alta, de 2000 mm/año. Estas características físicas, junto con otras como la relación magnesio/litio o los aportes de aguas superficiales, hacen del salar chileno uno de los más atractivos para la explotación de las salmueras a través del método evaporítico.

Cada proyecto vinculado a los salares y a la ampliación de los mismos tiene que contar con un Estudio de Impacto Ambiental previo que deberá ser aprobado por el Servicio de Evaluación Ambiental del gobierno de Chile, es a partir de ese procedimiento que se habilita el bombeo de salmueras. Teniendo en cuenta que el mercado global exige cada vez más producción de litio, resulta evidente que aumentará la intensidad de la extracción en la medida en que se vayan ampliando también los proyectos ya existentes. La información de los volúmenes de salmueras bombeados es generada exclusivamente por las empresas, lo cual obliga a confiar plenamente en sus declaraciones sobre la cantidad y calidad de los muestreos realizados.

En relación a la explotación del sistema hídrico en el Salar de Atacama por parte del sector minero, Mantilla Vertel (2017) afirma que alcanza un consumo de 4.240 litros por segundo. Este mismo autor afirma que existe la disminución de los espejos de agua de sistemas lacustres, baja en los niveles de salmuera al interior del núcleo del salar y el detrimento del recurso flora, indicando que la intensidad con la que se extrae salmuera del núcleo del salar y de los bordes marginales sí está impactando de manera negativa al ambiente. Según un informe oficial denominado Minuta Técnica “Análisis de las causas de la activación del Plan de Contingencias Fase II”, realizado por la Superintendencia del Medio Ambiente del Gobierno de Chile⁴, posteriormente a inspecciones realizadas durante el mes de junio de 2018 a SQM Salar S.A., los volúmenes del consumo de agua coinciden con el siguiente detalle: SQM habría extraído un total neto de 684.019.783 m³ de salmuera desde el año 1994 al año 2008. Respecto de Albemarle, el volumen total

4 Tanto las notas rubricadas por profesionales a cargo de los sectores de ambiente de la empresa, como aquellas enviadas por el ente de control y los anexos con información técnica, se encuentran disponibles en el sitio web del Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental en www.snifa.sma.gob.cl

extraído de salmuera al año 2017 habría sido de 105.802.853 m³. Datos más actualizados de SQM dicen que el volumen de salmuera extraído en el período agosto 2017-mayo 2018, alcanza un total de 48.901.771 m³, solamente en la Planta MOP⁵. Siguiendo con esta información oficial del gobierno de Chile, se tiene conocimiento de que SQM ha extraído un total de 871.844.891 m³ de agua dulce desde 6 pozos, mientras que Albemarle extrajo 4.209.366 m³ desde 3 pozos. Según un informe de fiscalización a SQM del año 2018, es imperativo para la actividad de la empresa el uso de agua dulce, que termina siendo extraída desde el acuífero del Borde Este del Salar a partir de pozos construidos específicamente para ese fin, obteniendo un caudal total de extracción de 240 l/s. Es decir, más de 20 millones de litros al día. El gobierno autoriza la extracción de este volumen y la empresa mide e informa lo utilizado.

Actualmente, otro de los conflictos existentes en Chile se vincula con los cargos formulados contra SQM por la Superintendencia de Medio Ambiente, debido a que durante el período comprendido entre 2013 y 2015 la empresa extrajo mayores volúmenes de salmuera que los que tenía autorizados. En esta cuenca cerrada existen evidencias del desecamiento de las vertientes y la reducción de caudales. A la vez, la comunidad de Toconao, ubicada en cercanías del salar y que se abastece de aguas del río homónimo para su consumo, compite por este bien común natural con los campamentos mineros. Al día de hoy, esta población debió reforzar el abastecimiento de agua para el consumo local con el aporte del río Vilaco, que viene del altiplano y de las vertientes de Peana y Silapeti. Los campamentos mineros de SQM han contribuido al agotamiento de estos ríos. La influencia de las empresas en el sistema socioambiental queda reflejada en el severo daño ambiental a los acuíferos y ecosistemas, como así también en la esfera de lo sociocultural, puesto que se han evidenciado malos tratos hacia los trabajadores y discriminación racial (Jerez Henríquez, 2018). La afectación por parte de la actividad minera fue denunciada a través de dos recursos de protección en la Corte de Apelaciones de Santiago por daño ambiental al salar y por no haber realizado la Consulta Libre Previa e Informada (CLPI) sobre el convenio celebrado entre CORFO y SQM, que aproximadamente triplica la producción de litio y de ese modo también triplica el consumo de agua, intensificando el desabastecimiento. Esta presentación legal fue llevada adelante por las

5 El área MOP se ubica en el sector sur del Salar de Atacama en donde se produce cloruro de potasio y salmuera. El sector SOP se encuentra más al norte dentro del mismo Salar, donde los trabajos están vinculados a la obtención de sulfato de potasio y ácido bórico.

comunidades, el Consejo de Pueblos Atacameños, diversas fundaciones y ONGs. El Informe del Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, publicado en agosto de 2018, es contundente al afirmar que los usos intensivos de aguas subterráneas por parte de las mineras llevó a un estrés hídrico en la zona, superando la capacidad de recarga de la cuenca y de los caudales de los pequeños ríos aledaños.

Dentro de este contexto, se debe remarcar la condición del agua como bien de capital que establecen los marcos legales de Chile. Dentro de su Constitución Política de 1980, en el numeral 24 del Artículo 19°, se establece que “los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos”. De la misma manera, el Código de Aguas de 1981 la reconoce como bien público pero también económico. En este sentido, al permitir la libre disposición de un derecho de uso, se está permitiendo la comercialización de un bien que por definición es intransferible, por su naturaleza de bien nacional de uso público. Por esto, se afirma que la legislación minimiza, hasta hacer desaparecer, la naturaleza jurídica de bien nacional de uso público (Ugarte Araya, 2003). El Código también indica que es el Estado quien concederá el derecho de aprovechamiento a particulares y separa la propiedad del agua del dominio de la tierra, entre otros lineamientos de gestión. Es necesario resaltar que tanto la Constitución como el Código mencionados, fueron desarrollados en el marco de la dictadura militar que duró desde 1973 a 1990. Esto no solo tiene relevancia debido a que ese período estuvo signado por el terrorismo de Estado y la evidente ausencia de un marco democrático, sino también porque permite ver que el marco general de la legislación vigente cuenta con casi cuarenta años. Por otra parte, esta vez en la presidencia de Eduardo Frei Ruiz-Tagle (1994-2000), se privatizó también la gestión del agua a través la venta de las más importantes empresas sanitarias, lo cual significó una continuidad de las políticas económicas neoliberales impuestas a partir de la década del setenta. En suma, existe una lógica estrictamente mercantilista del agua, convirtiendo a Chile en el único país de Latinoamérica y del planeta en contar con sus fuentes de agua privatizadas. Bajo este panorama, el uso de agua por parte de las comunidades y el establecimiento de la misma como un Derecho Humano encuentra una serie de obstáculos estructurales que son necesarios revisar profundamente, más allá de algunas modificaciones llevadas adelante al Código a lo largo de los años.

La situación en Bolivia es al día de hoy diferente, teniendo en cuenta que el proyecto aún no se encuentra en plena explotación de escala industrial. El Salar de Uyuni, cuenta con una superficie de 10.582 km² y está a 3.600 metros sobre el nivel del mar, en el Departamento de Potosí. Otra de las características que definen al salar tiene que ver con la concentración de litio en su salmuera, de menor proporción que la que ofrece el Salar de Atacama. A su vez, y siguiendo esta comparación, cuenta con una mayor razón magnesio/litio, menor tasa de evaporación y una considerable mayor tasa de precipitaciones (Calla Ortega, 2014). Tal como hemos venido describiendo, en Uyuni existe un único proyecto y está bajo control del Estado. Para febrero de 2019, Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) cuenta con una planta industrial de cloruro de potasio en operación y una de carbonato de litio en construcción. En relación a la técnica de extracción aplicada, también consta en el bombeo de salmueras desde el interior del salar que luego son dispuestas en piletas de evaporación de gran superficie. En un primer momento, y según la información en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para el Desarrollo Integral de la salmuera en el Salar de Uyuni - Planta Modular y Planta Industrial de Cloruro de Potasio, presentado por la consultora Simbiosis S.R.L. en 2012, se experimentó con la técnica de extracción conocida como “línea de los cloruros”, un proceso denominado *salting out*, en el que resultaba necesaria la incorporación de lechadas de cal en las salmueras extraídas que se encontraban en las piscinas durante la primera etapa de evaporación. La consecuencia de aplicar esta técnica de extracción hubiese sido la generación de grandes volúmenes de residuos de lodos de sulfato de calcio e hidróxido de magnesio, lo cual requeriría una disposición final especial debido a que podría generar alteración en las propiedades del suelo en donde se los disponga, entre otros problemas varios (la relación era de 20 toneladas de desechos generados por cada tonelada de litio producida).

Actualmente, la opción del encalado en las primeras piscinas de evaporación fue en parte relegada por otra técnica que apunta hacia la “línea de los sulfatos” (Entrevista a Quezada, 2017). En este proceso se requiere también del uso de lechadas de cal pero, a diferencia del *salting out*, no se las aplica desde el inicio sino en las últimas etapas⁶. Obviamente, esto significa una reducción en el consumo de agua, en la cantidad de superficie requerida para las piscinas, minimización de costos de producción, así como una menor generación de residuos en comparación con la “línea

6 “El litio y las calumnias del CEDLA”, CEDLA (27/10/2014).

de los cloruros”. La producción actual, a nivel piloto, utiliza este proceso y así se obtienen otras materias primas, aprovechando el magnesio por ejemplo, además de haber reducido la cantidad de cal en el proceso. Respecto a los lodos residuales, al tener en su composición un importante contenido de yeso han despertado el interés para comercializarlo, llegando incluso a ser investigado por un grupo de la Universidad Mayor de San Andrés que dirigía el Ingeniero Montenegro⁷ para utilizarlos en la fabricación de yesos de alta calidad (Entrevista a Pozo y León, 2017).

Cuadro 1. Características generales de los salares

	Uyuni	Atacama	Puna argentina
Altura (msnm)	3.563	2.300	Promedio de 4000
Superficie del salar (km ²)	10.582 km ²	3.000km ²	Desde 33 km ² en Diablillos hasta 600km ² Hombre Muerto
Precipitaciones (mm/año)	200	25	< 200
Litio (partes por millón)	350	1500	Hombre muerto: 690
Relación Mg/Li	18,6	6,4	Hombre muerto: 1,37

Nota: Referido a la puna argentina se considera el caso de Hombre Muerto por encontrarse en explotación. Fuente: Elaboración propia en base a datos presentados por el Ministerio de Minería y Energía de la República Argentina (2017), Castello y Kloster (2015), Alonso y Risacher (1996), Reidel y Ehren (2018).

En Bolivia existen territorios comunitarios indígenas en la zona del salar, la población realiza actividades que se combinan con la agricultura y el cultivo de quinua, la ganadería de camélidos, el turismo y la minería artesanal. En cercanías a la planta piloto, unos 60 kilómetros al sur, se encuentra además la minera San Cristóbal, el principal emprendimiento minero de Bolivia, que explota zinc, plomo y plata, para lo cual consume 500 litros de agua por segundo (Entrevista a Márquez, 2017) proveniente de unos acuíferos que vienen de la conformación del Río Grande de Lipez. Sería el mismo

⁷ El Ingeniero Juan Carlos Montenegro es actualmente Gerente Ejecutivo de Yacimientos de Litio Bolivianos.

afluente para la minería del litio (entrevista a Calla, 2017). De los consumos de agua, en la fase piloto llevada adelante en Uyuni, se utilizaron entre 20.000 y 30.000 litros de agua dulce para obtener entre 300 y 400 kilos de litio, con una tasa de reutilización de agua que oscila entre el 30% y el 40% –tales son los datos que nos proporcionaron de manera informal en nuestro trabajo de campo en el Salar– (Entrevista a Tuler, 2017). Si estos números los extrapolamos a la producción industrial base que se proyecta llevar a cabo, 15.000 toneladas anuales, y que replicaría la técnica actualmente utilizada en la planta piloto, se consumirían aproximadamente 225.000.000 litros de agua por año bajo un parámetro de eficiencia y 612.500.000 litros bajo uno de ineficiencia.

En Argentina, entre las estrategias económicas de las comunidades prevalece la ganadería sobre la agricultura, además de la minería de sal y el turismo en la cuenca de las Salinas Grandes. La preocupación por la cantidad y calidad del agua de los bofedales es una constante, en la que los “ojos de agua” son vitales para los modos colectivos de riego y cuidado del ganado de camélidos. Según un informe presentado por el Secretario de Minería⁸, también existen proyectos mineros de oro, plata y cobre (entre otros), cercanos a algunos de los proyectos de litio. En el Salar de Diablillos, al sur de Salta, se ubica el proyecto “Sal de los Ángeles”, aún sin ser explotado, el cual limita con la iniciativa minera “Diablillos” (también en cartería), que se propone explotar oro y plata en una mina a cielo abierto⁹. Al activarse ambos, se incrementarían las necesidades de consumo de agua en áreas cercanas entre sí. De la misma manera, estos proyectos juntos exigirían pensar los modos en que las afectaciones podrían resultar sinérgicas, más teniendo en cuenta que la superficie del entorno evaporítico del salar no supera los 35 km² según el informe técnico del proyecto (Reidel, 2017).

El método utilizado en cada país, salvo algunas diferencias, es el evaporítico y, tal como venimos afirmando, resulta ser una técnica de bajo costo que permite obtener distintos productos aprovechables. La minería de litio desarrollada en los salares difiere en comparación con otros sectores de la industria minera; sin embargo, para procesar el litio se necesitan enormes cantidades de químicos tóxicos, carbonato de sodio, bases y ácidos. “El escape de dichos químicos por medio de la lixiviación, derramamiento o

8 “Minería al 2022, potencial de la Puna argentina”. Disponible en: www.argentina.gob.ar (25/09/2017).

9 En la información publicada en su sitio web, la empresa Abraplata menciona en referencia a la infraestructura en Diablillos que hay “suficiente agua subterránea disponible sobre y cerca del proyecto”. Disponible en www.abraplata.com

emisiones atmosféricas pone en peligro a comunidades y al ecosistema” (Aguilar y Zeller, 2012:30). Otro aspecto es que depende de manera imprescindible del agua, coincidentemente con otras explotaciones mineras. Diversas fuentes aseguran que los volúmenes de agua evaporada pueden estimarse en dos millones de litros por cada tonelada de litio extraída (Gallardo, 2011). Siguiendo las afirmaciones realizadas por la Doctora en Ciencias Químicas Victoria Flexer, una explotación promedio de litio, con el método evaporítico en las salmueras, evapora aproximadamente 10 millones de metros cúbicos de agua por año. Esa cantidad es equivalente al consumo de agua de una ciudad de 70.000 habitantes en el mismo período¹⁰.

Según un informe del Servicio Geológico de los Estados Unidos, realizado en colaboración con el Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR (2017), existen más de 50 proyectos, en diferentes etapas, relacionados a la obtención de litio (en algunos casos, vinculado a otros minerales) en las provincias de Salta, Jujuy, Catamarca, San Luis y Córdoba¹¹. Al momento de hacer mención de estas tentativas –algunas de ellas transcurren en un mismo salar– cobra importancia conocer en detalle los volúmenes de salmuera que se extraerían, la cantidad y calidad de agua dulce subterránea requerida, las cantidades de agua evaporada, así como la técnica a utilizarse.

Agua dulce para el agua salada

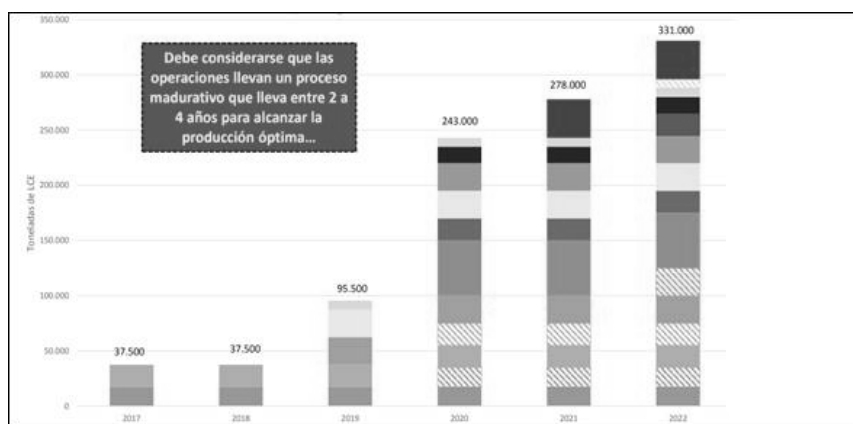
En 2012, la Argentina contribuyó con el 8% de la producción global de carbonato de litio equivalente (14.000 toneladas/LCE), en 2016 treparía a cerca del 16% (30.000 toneladas/LCE), lo que representa un crecimiento real del orden del 100% en cinco años (KPMG, 2018). A estos ritmos y siguiendo datos compartidos por el Ministerio de Energía y Minería (Delbuono et al., 2017), en Argentina

10 Disponible en: www.youtube.com/watch?v=KO98rYJpOv8

11 Argentina cuenta con distintos distritos pegmatíticos. Existen, entre otros, a escasos kilómetros del Nevado de Cachi (Salta); en la Sierra de Ancasti (Catamarca); y desde la década del treinta se tiene registro de la existencia de espodumeno en algunas pegmatitas de las Sierras de San Luis y en Córdoba (Angelelli, 1984). Los modos de explotación de estos sitios implican necesariamente la utilización de sustancias químicas y el uso de explosivos, provocando un daño irreversible e irreparable en las geoformas y el paisaje del lugar, sobre todo al realizar los tajos abiertos u *open pits*. Algunos de los sitios mencionados son nacientes de vertientes, por lo que se verían seriamente afectadas las cuencas hídricas. De más está mencionar la evidente necesidad del agua dulce como insumo para la explotación. En el sitio web de Latin Resources, minera que controla cerca de 120.000 hectáreas de concesiones de exploración en San Luis, se afirma al referirse a una de ellas (Concesión Cóndor) que resulta una ventaja para el proyecto hallarse cerca de carreteras principales, de abastecimiento de energía y de fuentes de agua. Disponible en: www.latinresources.com.au

la capacidad proyectada para el año 2022 es de 331.000 toneladas anuales (pese a que la curva de ascenso que presentan es demasiado rápida, no deja de ilustrar lo “atractiva” que es la Argentina para la explotación del litio). Entre los proyectos se contempla: la ampliación de Olaroz (18.000 Tn), Cangrejillos (20.000 Tn) y Cauchari-Olaroz (50.000 Tn) en Jujuy; Rincón (50.000 Tn.), Pozuelos (25.000 Tn), Sal de los Ángeles (15.000 Tn), Centenario-Ratones (20.000 Tn) y Gallego Project (16.000 Tn) en Salta; Sal de Vida (25.000 Tn), Ampliación Mina Fénix (20.000 Tn), y Tres Quebradas (35.000 Tn) en Catamarca.

Figura 1. Capacidad instalada proyectada



Fuente: Subsecretaría de desarrollo minero. Dirección Nacional de Promoción Minera. Ministerio de Energía y Minería. Presidencia de la Nación. 20 de diciembre 2017.

En cuanto a Bolivia y según la empresa estatal Yacimientos de Litio Bolivianos (2018), la producción de sales de litio para el año 2021 llegaría a 45.000 toneladas al año: 15.000 t/a generadas por la planta de Carbonato de Litio y 30.000 t/a generadas por una planta de hidróxido de litio. Mientras, en Chile la firma SQM expandirá su producción a 216.000 t/a de carbonato de litio al 2022 y Albemarle alcanzaría las 82.000 toneladas, sumando un total de 298.000 toneladas anuales entre ambas¹².

Si tenemos en cuenta que el agua dulce es necesaria para llevar adelante esta producción, es posible calcular cuáles son los caudales que podrían llegar a consumirse en los próximos años. Antes de esto se deben diferenciar los modos en que se presenta el vital

¹² “Acuerdo entre SQM y Corfo llevaría a sobreoferta en el mercado del litio”, Pulso (24/01/2018).

elemento en las cuencas. Por un lado, existen los consumos de la salmuera: solución de agua y sales en el interior de los salares. Es el agua que se dispone en las pozas de evaporación luego de ser bombeadas desde el núcleo a los fines de que precipiten los diferentes tipos de sales. Respecto de éstas, existen trabajos académicos alertando sobre la intensidad de extracción y cómo se modificarían los ecosistemas si la misma persiste. Ingrid Garcés, académica e investigadora del Departamento de Química y Procesos Mineros de la Universidad de Antofagasta y asociada al Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), también sostiene que a partir de la evaporación de la salmuera se eliminan cerca de dos millones de litros de agua por cada tonelada del mineral, y que las consecuencias sobre la utilización de agua son deliberadamente peligrosas¹³.

Por otra parte, dentro del sistema socioambiental hay aguas subterráneas en reservorios naturales con concentraciones de salinidad mucho más bajas. En algunos informes técnicos es denominada como “agua fresca” o “agua industrial”, este tipo de eufemismo es utilizado para definir el agua subterránea que será utilizada para la explotación misma. En alusión al agua dulce, y tal como se afirma más arriba, el gobierno chileno informa que SQM está autorizada a extraer un caudal de 240 l/s para el proceso de producción de cloruro de potasio, sulfato de potasio, ácido bórico y salmuera rica en litio. Teniendo en cuenta que en su Memoria Anual 2017 la empresa declara que sus ventas totales fueron de 49.7 mil toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) en un año, podemos entonces considerar este caudal como el necesario para alcanzar esa producción. En el mismo informe se afirma que “las tecnologías en uso, junto a las altas concentraciones de litio y las características únicas del Salar de Atacama, tales como alta tasa de evaporación y concentración de otros minerales, nos permiten ser uno de los productores con costos de producción más bajos del mundo”. Es decir, SQM cuenta con una de las condiciones más favorables en términos de eficiencia para la explotación del litio.

A partir de lo dicho, conociendo las toneladas anuales de carbonato de litio equivalente (LCE) que se proyectan para el año 2022 en los tres países latinoamericanos y tomando como referencia los números de SQM (240 l/s para 49.7 mil t/a de LCE), podríamos pensar los caudales a partir de lo descrito en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Proyección de la producción anual de LCE y caudal de agua dulce (l/s y l/año) utilizado para el año 2022 en Bolivia, Chile y Argentina.

13 “Litio versus agua: ¿costo y beneficio?”. Disponible en: www.comunicacionesua.cl (16/08/2017).

	YLB (Bolivia)	SQM-Albermarle (Chile)	Argentina	TOTAL
Tn de LCE/año	15.000	298.000	331.000	644.000
Litros de agua dulce/segundo	72,43	1.439,03	1.598,39	3.109,85
Litros de agua dulce/año	2.284.152.480	45.381.250.080	50.406.827.040	98.072.229.600

Fuente: Elaboración propia

Si tomamos por caso la Argentina, el consumo anual será superior a los 50 mil millones de litros de agua dulce. Siguiendo el parámetro de comparación ya mencionado, donde se estima que una ciudad de 70.000 habitantes consume 10.000.000 m³ de agua en un año, se podría afirmar que el caudal proyectado equivale al consumo anual de una ciudad de más de 350.000 habitantes. Como si fuera poco, recordemos que estamos hablando de una zona absolutamente árida.

Tal como mencionamos, los salares cuentan con características específicas y sus superficies varían. El tamaño, así como la intensidad de consumo de agua de los proyectos (salmuera o dulce) toma relevancia al momento de medir las consecuencias de la explotación y el bombeo. Sólo por mencionar dos casos, el Salar de Llullaillaco (Salta), en donde se encuentra el Proyecto Mariana a cargo de capitales chinos y canadienses, tiene una superficie de 160 km². En Chile, es el caso del Salar de Maricunga, cuenta con una superficie de 145 km². El Salar de Uyuni (Bolivia) posee una superficie que supera en 65 y en 72 veces respectivamente el tamaño de éstos. Dentro de las diferencias que pueden señalarse entre las situaciones de los tres países, en los salares que se encuentran en explotación actualmente en Argentina (Olaroz y Hombre Muerto), así como algunos de los proyectos más avanzados (Cauchari, en Jujuy), las piletas de evaporación se encuentran instaladas o se proyectan fuera de las costras salinas. Las mismas se ubican en áreas que no ocupan superficies donde se podrían instalar pozos de extracción de salmueras y sobre una geoforma conocida como conos o abanicos aluviales (Ver Figura 2). Estas formas de acumulación son generadas luego de que un flujo de agua encauzado pierde velocidad al ingresar en un área con una pendiente menor, mucho más plana. Su denominación se debe a la forma que genera

ya que los sedimentos que transportaba el caudal son depositados por la corriente al perder energía. En el caso del Salar de Cauchari, en donde se pretende llevar adelante el proyecto que estará a cargo de Minera Exar, se propone instalar las piletas de evaporación sobre un abanico aluvial denominado Cono de Archibarca, el cual es una fuente principal de recarga de agua subterránea para el salar. Impermeabilizar su superficie a partir de la instalación de las piletas de evaporación se traducirá en una disminución del ingreso de agua para la recarga del reservorio subterráneo.

Figura 2. Imagen de las piletas de evaporación ubicadas fuera de la costra del salar de Olaroz (Jujuy, Argentina).



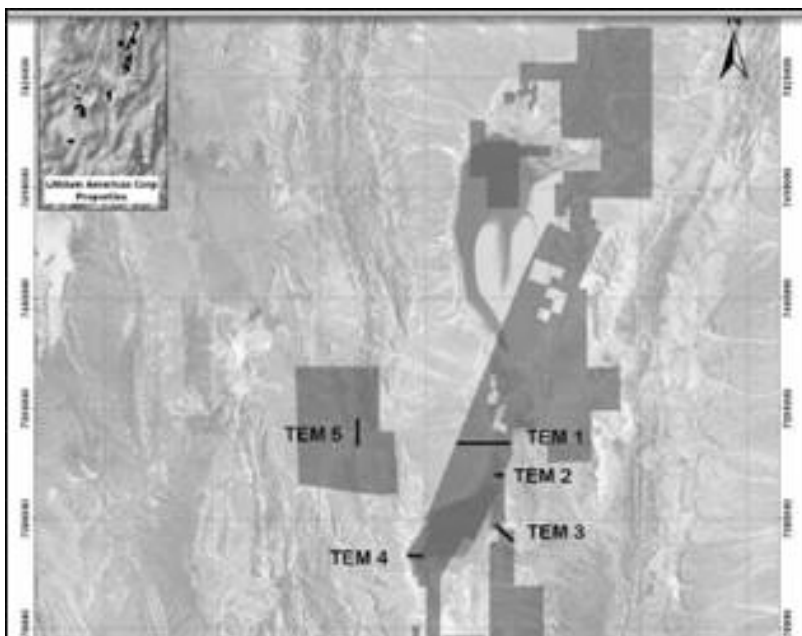
Fuente: imagen obtenida desde video corporativo de la empresa Orocobre Ltd¹⁴.

Los abanicos suelen hallarse en los bordes del salar, pero formando parte de la misma cuenca. Según el informe técnico titulado “Estudio actualizado de viabilidad, estimación de reservas y producción de carbonato de litio en los salares de Cauchari-Olaroz, provincia de Jujuy, Argentina” (Burga et al., 2018), se llevaron adelante distintos sondeos siguiendo una técnica geofísica en el Salar de Cauchari (denominados “Time Domain Electromagnetic - TEM”, o método de Sondeo Electromagnético Transitorio) con el fin de determinar los contrastes de resistividad que puedan estar relacionados a cambios en la salinidad de las aguas subterráneas. En general, se espera que las salmueras tengan mayor conductividad (menor resistividad), mientras que el agua con menor salinidad

14 Disponible en www.youtube.com/watch?v=DQ6UOQ3A7KQ&feature=youtu.be

tenga menor conductividad (mayor resistividad). Es decir, lo que permiten estos sondeos es identificar la presencia de agua subterránea y su concentración de salinidad, y así conocer dónde se ubican las mejores salmueras para ser explotadas como así también los reservorios subterráneos de agua dulce. Este estudio fue realizado en 5 sectores diferentes del Salar, denominados TEM (Ver Figura 3).

Figura 3. Recorte de Mapa donde se ubican los perfiles de sondeo TEM en el Salar de Cauchari.



Fuente: Burga et al. (2018)

Algunas de las observaciones obtenidas en este informe afirman que:

- Sobre la línea TEM1 ocurre un ingreso de agua dulce hacia el Salar (Es el sector del Cono de Archibarca).

- Sobre la línea TEM 3, situada en el sector Este del Salar de Cauchari, se evidenciaron valores de mayor resistividad, atribuibles al afluente de agua dulce desde uno de los abanicos aluviales en el área.

- Sobre la línea TEM 4, en el margen Oeste del Salar, se evidenció mayor resistividad en el extremo izquierdo de la sección, lo cual podría indicar agua dulce moviéndose al salar.

-Sobre la línea TEM 5, se obtuvieron resultados que permiten afirmar que existe un área de mayor resistividad que se extiende desde la superficie hasta una profundidad aproximadamente de 75 metros. Lateralmente, esta zona podría tener cerca de un kilómetro de ancho.

A partir de estas evidencias se remarca la relevancia de los abanicos aluviales en las cuencas cerradas como reservorios de agua dulce, estructuras que permiten el transporte del agua subterránea y, como ocurre en este caso, su posterior ingreso al salar. Los abanicos aluviales y los sistemas sedimentarios que no se hallan sobre el mismo salar, sino en sus adyacencias, se configuran como unidades de una fragilidad significativa que son parte de un sistema aún mayor. Si estos resultaran alterados, significaría un quiebre en el equilibrio hídrico de la cuenca, no solo por afectar los volúmenes de aguas en reservorios naturales, sino también por el riesgo de modificación en las concentraciones de salinidad. Es decir, la posibilidad de afectación va más allá de los límites definidos por las costras salinas en donde se ubican los pozos de extracción de salmueras, estos pueden llegar a bombear incluso aguas subterráneas que se encuentren fuera de los bordes del salar. Se menciona este caso de estudio en particular para remarcar que, dentro de los impactos reconocidos, se halla la “afectación en el sistema acuífero en general así como el uso intensivo de agua dulce de los reservorios, estimando que puede llegar a ser la totalidad de la recarga natural de las cuencas cercanas del sitio del proyecto” (Burga et al., 2018:231). Este informe técnico afirma que el requerimiento de “agua fresca” para la producción anual de 25.000 toneladas de LCE, se estima en 80 litros por segundo \pm 20% y será obtenida de reservas subterráneas a partir de pozos ubicados en las adyacencias del salar, incluido el cono de Archibarca. Es decir, en 5 segundos de bombeo se obtendría la cantidad de agua que necesitan 4 personas en un día para garantizar que se cubran sus necesidades más básicas¹⁵. Este caudal podría variar al duplicar la producción de carbonato de litio tal como se tiene proyectado.

Una vez más, se identifica la presencia de dos tipos de aguas subterráneas, las cuales son valoradas y destinadas para su uso industrial dependiendo de sus características físicas y químicas: bombeo de salmueras desde dentro de los límites del salar para obtención de litio, o bombeo de agua de menor salinidad desde los reservorios subterráneos de los bordes para el abastecimiento en

15 De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona.

etapas del proceso de purificación del carbonato de litio o preparación de la solución concentrada de cal. Datos brindados por las oficinas provincial y nacional de minería en Argentina, sugieren que no menos de 5 y más de 50 m³ de agua dulce son necesarios por tonelada de carbonato de litio grado batería producido. Esta será utilizada, tal lo mencionado, “en la preparación concentrada de cal y en la purificación del carbonato de litio (lavado, re disolución y re precipitación del carbonato de litio primario). Esto podría no parecer un volumen significativo, a excepción de que está siendo extraído de una tierra muy árida” (Flexer et al. 2018:1194). A partir de este dato y retomando el informe conjunto realizado entre el Servicio Geológico de Estados Unidos y el SEGEMAR en 2017, donde se informa que la capacidad anual de producción de carbonato de litio grado batería de la operadora Sales de Jujuy es de 17.500 Toneladas anuales y la de la operadora FMC Lithium Corp. (Salar del Hombre Muerto), de 23.000 Toneladas anuales, se puede estimar entonces que el consumo de agua dulce anual de cada una es de 87.500 m³ y 115.000 m³ respectivamente, si se contempla el volumen menor de 5 m³. En cambio, si hacemos el cálculo con el valor mayor de 50 m³, los consumos anuales ascenderían a un total de 875.000 m³ y 1.150.000 m³ respectivamente¹⁶.

16 Además de identificar estos tipos de aguas a ser utilizados por la explotación del litio, se reconoce que existe una interconexión entre ambos sistemas hídricos, vinculada con el transporte de agua dulce desde los bordes hacia el salar en sí mismo. Los estudios hidrogeológicos realizados en Salar de Olaroz buscan conocer las características de estos sistemas hídricos previendo que los bombeos de salmueras pueden modificar la dinámica del flujo de aguas subterráneas de baja salinidad hacia el salar, lo que traería como consecuencia la disolución de las salmueras alterando las concentraciones de litio. Esto ocurre a partir de los primeros momentos del bombeo, en que el fluido se acerca al punto de extracción desde todas direcciones en forma radial. La salmuera obtenida corresponde a los alrededores inmediatos, pero a medida que pasa el tiempo, el pozo bombea fluido de distancias mayores, provocando la formación de un cono invertido llamado cono de depresión (Flexer et al., 2018). Houston (et al. 2011) afirman que en salares maduros de halita, la alta permeabilidad y una relativamente baja porosidad drenable pueden dar como resultado del bombeo un cono plano que se extiende rápidamente de forma lateral. Salares inmaduros con permeabilidad relativamente baja y una porosidad drenable más alta dan como resultado un cono empinado que tiende a profundizarse más rápido de lo que se extiende. Casi inevitablemente, el cono se extenderá a los límites del acuífero después de un periodo de tiempo, y lo que suceda depende de la intensidad del bombeo así como de la naturaleza del entorno, si es permeable o no. Si los límites se consideran permeables, el agua dulce del exterior fluirá hacia los pozos de bombeo/conos de depresión. Por el contrario, si los límites se pueden considerar impermeables, el cono de depresión se propagará hacia abajo ya que ningún fluido externo puede compensar la salmuera agotada. Estos modelos corresponden a dos visiones extremas pero, sin embargo, factibles (Flexer et al., 2018).

Un punto central en esta problemática reside en que la información sobre la cantidad y calidad de agua a utilizar, en Chile y Argentina, ya sea de agua dulce o los volúmenes de extracción de salmueras, es generada por las corporaciones o –en el mejor de los casos– por empresas contratistas. Es decir, las tareas de control y fiscalización dependen directamente de las empresas auditadas. En relación a esto, en Chile, según los informes de la Comisión Investigadora del Daño Ambiental en Glaciares, Salares y Cuencas Hidrográficas, las posibilidades de control del Estado, así como los estudios de base con los que cuenta, resultan insuficientes. Además, los órganos del Estado encargados de fiscalizar generalmente tienen convenios con las instituciones que deben ser controladas¹⁷. Respecto a Bolivia, es el Estado quien se encarga de estas tareas y ha establecido niveles de coordinación con la Federación Regional Única de Trabajadores y Campesinos del Altiplano Sur, FRUTCAS (Entrevista al Dr. Jurado, 2017), por lo que las tareas de control cuentan con una lógica diferente, donde participan algunos sectores organizados de la sociedad civil.

En relación a los estudios ambientales previos en Bolivia, hay que hacer referencia a los acuerdos que a finales de 2018 llevó adelante con corporaciones alemanas, en los que ha encontrado cuestionamientos por diversos sectores, que se expresaron a través de los medios de comunicación. De tal manera, YLB emitió un comunicado de prensa asegurando que hubo una “incorrecta información” difundida por parte de la agencia de Noticias FIDES (Bolivia)¹⁸. Esta noticia hizo pública una supuesta crítica por parte de parlamentarios alemanes acerca de la ausencia de estudios ambientales referidos al proyecto, y en relación a la firma de los contratos que YLB tenía previstos con la empresa alemana ACI Systems. La difusión de esta nota fue realizada unos días previos a la concreción del Decreto Supremo N° 3738, del 7 de diciembre de 2018, donde el Estado Plurinacional de Bolivia creó la empresa pública YLB ACISA – E.M., de tipología Empresa Mixta. La misma cuenta con una participación estatal mayoritaria constituida por el 51% a través de YLB, mientras que el 49% restante corresponde a la empresa ACI Systems Alemania GmbH Sucursal Bolivia. El objetivo del *joint venture* es la producción, en territorio boliviano, de hidróxido de

17 Diario de sesión: sesión especial N° 124 de la Cámara de Diputados de la República de Chile. Disponible en: www.bcn.cl

18 “Litio. 8 años después de la firma de acuerdo con Corea, Bolivia suscribe contrato similar con Alemania”. Posteriormente, una nueva nota de esta agencia de noticias aclararía que la información había sido tomada desde el portal “Brújula Digital”, desde su sitio web Brujuladigital (14/12/2018).

litio, hidróxido de magnesio, otras sales, ácido bórico y litio metálico a partir de salmuera residual del Salar de Uyuni, además de la comercialización de los productos generados en el mercado nacional e internacional. El sector destinado a elaboración de materiales catódicos y baterías, se proyecta para el año 2019. Este acuerdo fue suscrito en diciembre de 2018, en la ciudad de Berlín, por el Ingeniero Montenegro, Presidente Ejecutivo de YLB y por el Profesor Dr. Wolfgang Schmutz, Presidente de ACISA. Además participaron distintos funcionarios del gobierno boliviano así como del gobierno federal de Alemania. Ante el cuestionamiento difundido por la agencia de noticias en relación a este acuerdo y los estudios ambientales, el día 19 de diciembre de 2018 los YLB, a través de su sitio web, emitieron un comunicado de prensa en el que afirmaron que “el estudio fundamentado y la licencia ambiental se obtienen después de haber concluido el diseño final de ingeniería a detalle y no antes”, señalando también que la empresa estatal cuenta con todas las licencias ambientales de las cuatro plantas piloto y la planta industrial de Cloruro de Potasio¹⁹. Ocho días después, se hizo pública la “Emisión de la Declaratoria de Impacto Ambiental del Proyecto: Desarrollo Integral de las Salmueras del Salar de Uyuni – Planta Industrial de Carbonato de Litio”. Esta declaratoria se dio en el marco del artículo 25° de la Ley N° 1333 de Medio Ambiente. A pesar del intercambio que existió entre la prensa boliviana y comunicados de los YLB, es necesario remarcar que es el Estado Plurinacional quien finalmente otorga la Licencia Ambiental para los proyectos, lo cual lo convierte a la vez en juez y parte. Entonces, ya sea Argentina, Bolivia o Chile, en ninguno de los tres países se fomenta el trabajo articulado entre población y profesionales independientes para promover un análisis crítico de los informes generados.

En Argentina, cuando en el año 2011 los representantes de las “33 comunidades” elevaron una denuncia ante las Naciones Unidas, expresaron que las perforaciones realizadas por las empresas hasta ese momento “presentaban surgencia de aguas de baja salinidad provenientes de acuíferos profundos, lo cual provocaría consecuencias notables sobre el sistema salino” (CDESC, 2011, citado por Argento y Zicari, 2017). Pese a esto, respecto de los niveles de agua subterránea, ninguna autoridad de aplicación responsable de la fiscalización llevó adelante estudios sobre el tema (entrevista a Flexer, 2017). Referido a los consumos de agua, los controles y características de los sitios de exploración y explotación, vale recordar

19 Comunicado de Prensa YLB-GEE-COM-N°0010/2018.

Disponible en: www.ylb.gob.bo

que la zona donde se hallan los salares en Argentina es árida, escasea el agua, y con las explotaciones las napas pueden salinizarse, las fuentes de agua para pastoreo se secan y los comuneros denuncian alteraciones ambientales, pese a lo cual no se cuenta con datos públicos ciertos.

En Chile, la Ingeniera Civil Química y Doctora en Ciencias, Ingrid Garcés Millas comunicó desde el portal oficial de la Universidad de Antofagasta la necesidad de generar más investigación científica sobre los procesos hidrogeológicos de los salares donde se ubica el litio. Existen informes generados por el Estado chileno, tales como el “Análisis de los Mecanismos de Evaporación y Evaluación de los Recursos Hídricos del Salar de Atacama” a cargo del Ministerio de Obras Públicas (2014), en donde se busca aportar al conocimiento sobre la evaporación que se produce en el salar. A partir de este se generó información hidrológica e hidrogeológica y se concluyó que existe gran incertidumbre a la hora de estimar la recarga lateral al salar. En este mismo trabajo, se mencionó que “existe gran cantidad de información de las compañías mineras que extraen salmuera en el núcleo del salar, como niveles de agua subterránea, características del acuífero y signatura hidroquímica del agua, sin embargo esta información es en su mayoría confidencial y por lo tanto no se puede contar con su totalidad” (Ministerio de Obras Públicas, 2014). En este mismo sentido, Anlauf (2015) afirma que expertos trabajando en Bolivia y Argentina, como el Dr. Broder Merkel y la Dra. Diana Mutti, dicen que es necesaria mucha investigación independiente e integral de la hidrología de la zona. Mientras que Messerli et al. (1997, citado en Anlauf, 2015) concluye: “hay poco conocimiento de almacenamiento de aguas subterráneas, recargas modernas y la edad y el origen de los recursos de agua” (Anlauf, 2015:174)

Algunos de los estudios existentes, al referirse al Altiplano Sur de Bolivia, afirman que parte de las aguas subterráneas deben considerarse como bienes no renovables, debido a que provienen de regímenes de precipitación de “entre 90 y 19000 años atrás” (Molina Carpio, 2007:63). Es decir, las condiciones climáticas que favorecieron su formación son diferentes a las actuales. Este carácter de los acuíferos es lo que lleva a que se denominen “aguas fósiles” (entrevista a Calla, 2017). En definitiva, la insuficiente información generada sobre el estado y la dinámica de las aguas subterráneas es una constante en los tres países.

Otros aspectos relacionados a la explotación del litio que hasta aquí no hemos abordado se vinculan con los volúmenes de material

que se generarán a partir del proceso y que algunas consultoras denominan sales de descarte. En el Informe de Impacto Ambiental presentado por Minera Exar S.A. sobre el proyecto Salares Olaroz-Cauchari, se informa que se necesitarán, para los primeros 15 años de operación, 481 hectáreas de superficie para acopiar este descarte, donde los montículos tendrán una altura mínima de 15 metros. A partir de esto y solamente contando este único proyecto de explotación, se puede decir que el volumen de estas sales de descarte alcanzará unos 72.150.000 m³ siempre y cuando se respete la altura mínima antes mencionada, y que el proyecto no sufra modificaciones a través de los años. Haciendo un cálculo, se pueden estimar un promedio de más de 10.000 m³ generados diariamente. A su vez, las características de estas sales de descarte deberán definirse a partir de análisis físicos y químicos, a los fines de conocer qué tipo de impacto podrían generar en el sitio de disposición transitoria y final, y si podrían afectar la conducta de la fauna del lugar²⁰, entre otras consideraciones. Por otra parte, hace falta indicar que en determinadas explotaciones, la disposición de las sales de descarte forma parte del proceso productivo, es decir que son acopiadas en superficies de manera tal que se logre infiltrar desde allí la salmuera no usada. Este retorno al salar de la salmuera desde las pilas de descarte se denomina reinyección indirecta. El otro modo de recarga se denomina reinyección directa y es el bombeo de salmuera hasta un sitio puntual y su descarga sobre la costra salina. Siguiendo con los aportes de Flexer, “los intentos de reinyectar salmueras en los acuíferos subterráneos podrían interrumpir toda la estructura estratigráfica” (Flexer et al, 2018:1199). Estamos hablando, en este punto, de una cantidad demasiado significativa de residuos.

Racionalidad de los estudios ambientales previos, el conocimiento privatizado y el principio precautorio como directriz de decisiones

Las concentraciones de sales en las aguas subterráneas de los salares son tan altas que las mismas no son aptas para su uso en riego y mucho menos para su consumo humano. Estas salmueras, en algunos casos, resultan diez veces más saladas que el agua de mar, es decir, no pueden ser utilizadas con fines productivos, por lo que –desde una lógica mercantilista– carecerían de valor. Desde esta racionalidad que carga de significado a los componentes de

20 En cercanías del proyecto se ubica la Reserva de Fauna y Flora Olaroz-Cauchari, donde se registra presencia documentada de *Phoenicoparrus andinus* (flamenco andino), especie autóctona que se encuentra en peligro según Aves Argentinas y Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Disponible en: www.sib.gob.ar

un ecosistema en tanto y en cuanto puedan ser tratados como insumos, se basan muchos de los estudios de riesgo ambiental que la ciencia sugiere para el sector industrial. Estos estudios previos (como pueden ser las Evaluaciones de Impacto Ambiental - EIA) o posteriores (como pueden ser los análisis para saneamiento de sectores ya contaminados), resultan de gran importancia para definir objetivos de remediación o delinear medidas de mitigación de los potenciales impactos que se puedan identificar. No obstante, suelen dejar a un lado aspectos relevantes de los proyectos, vinculados a las aristas culturales, sociales y políticas que son, en muchos casos, el eje fundamental de los conflictos socioambientales vinculados a emprendimientos extractivos. La visión que domina presupone que si no se consume, no tiene valor.

Los estudios ambientales previos existentes en cada uno de los países que conforman el “Triángulo del litio” exigen contar con líneas de base de los sitios de extracción. Las metodologías de análisis son proyectadas desde los gobiernos y a partir de lo que la legislación exija. Este trabajo de consultoría es llevado adelante por empresas que, se supone, son independientes del responsable de explotar el salar. Una vez realizado el informe, es el Estado quien lo evalúa y solicita, de considerarlo necesario, más información para finalmente aprobarlo. Los EIA son herramientas que nuclean gran cantidad de información, sin embargo se la saca del foco de la discusión política, y pareciera brindar un aval único y especial a los expertos técnicos, dejando silenciada la diversidad de voces de quienes se verían directamente afectados por la sencilla razón de que son quienes habitan el territorio. Por otra parte, la falta de certezas respecto de las condiciones de los salares y los sistemas hidrogeológicos que los conforman, así como las comunidades que desean acceder a información y participación, resultan para la racionalidad económica que guía estos informes, un entorpecimiento para las inversiones, cuando deberían ser fundamentales para la toma de decisiones por parte de los gobiernos.

El riesgo ambiental resulta una preocupación siempre que existe un emprendimiento como los vinculados a la explotación de las salmueras de los salares. De hecho, la determinación de impactos busca en su análisis identificar cómo se afectará el ambiente a partir del desarrollo de la actividad. Las lógicas de la metodología aplicada en los EIA sugieren que los impactos se pueden mitigar, prevenir, reducir y controlar a partir de la aplicación eficiente de un sistema de gestión ambiental. En lo que no hacen énfasis estas lógicas es en la diversidad de lenguajes de valoración (Martínez Alier, 2005)

respecto de la relación de los pueblos con el territorio habitado, así como tampoco sobre la posibilidad de no ejecución de un proyecto como medida precautoria. Generalmente, los apartados referidos al componente social del ambiente y a la población cuentan con afirmaciones que desmerecen los conocimientos de las comunidades y tienen la intención de convencer al lector del informe sobre la supuesta necesidad de contar con el proyecto aprobado, para así solucionar cualquier tipo de problema que pueda existir²¹.

Se vuelve así imperativa la búsqueda de nuevas racionalidades para abordar las problemáticas ambientales. Repensar el concepto de riesgo ambiental puede ser un soporte para una nueva mirada en el análisis previo de actividades como la extracción de salmueras. El riesgo es entendido como el grado de pérdidas y/o daños esperados debido a la interrelación de dos principales factores que lo componen. Por un lado se habla de peligrosidad (o amenaza), la cual es definida como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico, que puede ser natural o tecnológico, puede presentarse en un sitio específico y en un tiempo dado, produciendo efectos adversos en personas, bienes o su medio ambiente (Cardona, 1993). Por otro lado, el otro factor componente del riesgo es la vulnerabilidad. Siguiendo al mismo autor, se puede decir que es la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas. Es un concepto eminentemente social y es una mirada abarcativa. Los aspectos que adquieren importancia en esta conceptualización son el cambio de estado relacionado a factores internos y externos al sujeto o comunidad expuesta al daño junto a la dificultad de adaptación a dicho cambio por parte del contexto social y ecológico, así como la susceptibilidad al daño del contexto físico (Wilches-Chaux, 1993). Se hace mención a la vulnerabilidad global como concepto integrador de los diferentes aspectos que caracterizan a la vulnerabilidad desde diferentes perspectivas.

El riesgo podrá ser analizado en la medida en que el peligro y la vulnerabilidad puedan ser descriptos y explicados, al igual que los modos en que se relacionan entre sí. Entonces, al revisar los casos de los salares, y solo a modo de ejemplo, podemos señalar como peligrosidad a la probabilidad de modificación de la calidad y cantidad de aguas subterráneas con el daño que significaría a las poblaciones cercanas y, sobre todo, sus modos de vida. Dentro de un mismo escenario se pueden identificar distintos tipos de riesgos. Siguiendo con la conceptualización de la vulnerabilidad

21 El ítem “Educación” del Informe de Impacto Ambiental 2017 de la Minera Exar (Jujuy, Argentina), realizado por la contratista Ausenco, luego del desarrollo descriptivo de tres párrafos, concluye que “En Susques los adolescentes que no estudian o no trabajan se inclinan a la ingesta excesiva de alcohol”.

global, se puede decir que la imposibilidad de acceso a servicios básicos, la ausencia de formas de organización de la sociedad civil, la falta de socialización de la información, las prácticas de corrupción desde el Estado, los esquemas piramidales de las decisiones, el deterioro de los ecosistemas, la violencia institucional, son todas variables que alimentan en mayor o menor medida la condición de vulnerabilidad de estos escenarios. A partir de lo dicho, resta aclarar que el riesgo ambiental es entendido como posibilidad, es decir, en potencia. El desastre, en cambio, ocurre cuando éste ya se ha materializado.

Si apuntamos a una visión integral para el tratamiento de los riesgos se vuelve necesario, además, considerar el carácter sistémico de estos espacios. Es decir que “el estudio de un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por la explotación de sus recursos, renovables o no renovables (agrosistemas e industrias extractivas), [...] supone la consideración del conjunto de los elementos que intervienen en los procesos (y de los procesos sociales, económicos y políticos a ellos asociados), de sus partes o factores constitutivos, sus interrelaciones y sus interacciones con otros fenómenos o procesos. Es decir, supone concebir el objeto de estudio como un *sistema complejo*” (García, 2006:39; énfasis propio), que incluye definirlo, delimitarlo e identificar los aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos que lo componen e influyen sobre él. En términos generales, los informes técnicos proponen un detalle de los proyectos considerando las cuencas hidrográficas. Otros trabajos, enfocan su interés exclusivamente en los límites administrativos de las minas que se ubican sobre los salares. Esto, resulta una parte importante de la definición del territorio de explotación, pero sin dudas resulta incompleto al no acercarse a la identificación de los aspectos sociales, que son mucho más que entender si el agua es utilizada para consumo o no.

Entonces, no solo en el análisis de los riesgos hay que definir la peligrosidad a partir del desarrollo de las variables que la componen²², sino que deberá considerarse cada una de las dimensiones de vulnerabilidad global y, a la vez, las particularidades del sistema socioambiental complejo y el conjunto de elementos que lo constituyen, junto a las interacciones con otros sistemas que superan el ámbito de lo “natural”. Digamos, por caso, contemplar el sistema complejo que significa la explotación en el Salar de Atacama.

22 Para mayor detalle sobre estas variables ver Burton et al. (1993) quienes afirman que los eventos físicos pueden ser descriptos por siete parámetros: magnitud, frecuencia, duración, extensión areal, velocidad de aparición, dispersión espacial y espaciado temporal.

Se vuelve necesario un abordaje que considere la totalidad de la cuenca, así como conocer cuáles son los caudales de salmuera a bombear para la producción (litro/segundo) y que servirán para analizar la posibilidad de afectación en el sistema hídrico. Pero además, reviste de igual o mayor importancia si se respeta o no el derecho a la consulta previa, libre e informada de las comunidades atacameñas. Asimismo, existe una interacción con las explotaciones mineras que se encuentran cercanas y con la Reserva Nacional Los Flamencos, sitios que se corresponden también como sistemas complejos adicionales. Aquí también, como en general con el Litio, se requiere un análisis integral.

El planteo desarrollado pretende traer a colación una lectura crítica sobre los estudios ambientales previos que son presentados ante las dependencias estatales de cada gobierno, al entender también que el conocimiento que procura realizar un análisis de actividades extractivas en sistemas complejos debe ser parte de un saber independiente. Cuando las consultoras responsables de realizar los estudios son contratadas por las mismas empresas mineras, esta condición ya se encuentra evidentemente ausente. Por otro lado, las lógicas que imperan en los actuales EIA acerca del control sobre el ambiente y la idea de que los impactos negativos identificados podrán ser mitigados, controlados o compensados, dejan de lado el factor incertidumbre, condición intrínseca en escenarios de riesgos ambientales cargados de complejidad como es el caso de las explotaciones de litio. Una concepción genuina de la democracia, debería traducirse en garantizar la participación de la sociedad en términos de decisión colectiva, en contraposición a la censura, el silenciamiento y a la decisión sobre los territorios en manos de un único actor. Adicionalmente, sin que exista la voluntad política genuina para que los estudios sobre el ambiente sean un insumo que contribuya realmente a la sustentabilidad y reproducción de los ecosistemas, el ambiente y las comunidades terminan por ser un requisito formal vacío, destinado a que se considere una parcialidad de la totalidad de los aspectos o sea una formalidad aprobada de antemano.

El alto nivel de incertidumbre, además de las peligrosidades en que se traducen las técnicas de extracción, genera dificultades a la hora de predecir los efectos posibles si se continúan explotando las salmueras para incrementar al máximo la producción en esta carrera del litio. Los sistemas ambientales, tal como afirma Gudynas (2002), poseen relaciones no lineales que no necesariamente están en equilibrio e incluso pueden ser caóticos. Esto

determina que existen serias limitaciones en poder pronosticar los efectos de las modificaciones e impactos sobre los ecosistemas, así como en las escalas de tiempo y espacio consideradas.

El desconocimiento de los potenciales impactos que podrían causar sobre los salares la explotación de las salmueras es lo que debería llevar a los gobiernos a actuar siguiendo el principio de precaución, para direccionar sus decisiones respecto de las técnicas que utilizan o permiten utilizar. La prevención implica que la peligrosidad de la actividad es conocida; se ignora si el daño se producirá en un caso concreto, pero el riesgo es actual. La precaución en cambio, como es el caso analizado, supone incertidumbre sobre la propia peligrosidad por insuficiencia de los conocimientos científicos para dar respuesta (Buxó y Casado, 2005). Al no existir datos precisos, estudios constantes a lo largo del tiempo y al contar con información generada únicamente por las empresas interesadas en la extracción de los bienes comunes naturales, se puede decir que el caso de las explotaciones de salmuera en salares y su posible afectación en el sistema socioambiental complejo, se traduce en un escenario de incertidumbre. Además, deberán considerarse los modos de vida de las comunidades que están en estrecha relación con los salares. La actividad agrícola, la cría de animales, actividades turísticas y la extracción de sal podrían verse afectadas de manera directa en caso de alteración en la calidad y/o cantidad de las aguas subterráneas.

A esto debe sumarse la dificultad de contar con líneas de base sobre los sistemas de salares. Paradójicamente, por mencionar el caso de Argentina, los primeros estudios fueron llevados adelante por profesionales que luego fueron funcionarios públicos y consideraban un acto de defensa de la soberanía nacional el conocimiento del territorio y sus bienes naturales. Estos estudios generaron resultados que más tarde servirían para delinear sitios de interés geológico que hoy se encuentran bajo la administración de las mineras. Sin embargo, la información más reciente es producida por las propias empresas y el Estado puede acceder a esta solicitándola, siempre y cuando no revista carácter de confidencialidad. En este sentido, es Bolivia quien debería hallarse más cerca de contar con la totalidad de los datos generados debido a que su proyecto sigue una lógica en la que es el Estado el principal responsable de la explotación y por lo tanto genera la mayor parte de la información. No obstante, sigue siendo quien explota el salar y, a la vez, quien lo fiscaliza. En los países vecinos del sur ha resultado de gran dificultad generar conocimiento científico independiente de intereses empresariales en los estudios previos.

En este contexto, se presenta una oportunidad para tomar la perspectiva de la ciencia posnormal, considerando que “los hechos son inciertos, hay valores en disputa y las decisiones son urgentes” (Funtowicz, De Marchi, 2000:60). Es decir, las decisiones respecto del territorio deben basarse en una lógica que incorpore a quienes serían los principales afectados, más allá de que cuenten con una pertenencia formal a algún campo profesional. El camino para garantizar la justicia ambiental y la equidad en estos sistemas complejos es lograr una comunidad extendida de evaluadores, en donde los integrantes de las comunidades tengan un lugar garantizado como pares junto a los “profesionales”. Una realidad que se acerca a esta perspectiva, y que podría ajustarse a lo que Funtowicz y De Marchi denominan “complejidad reflexiva”, es el Kachi Yupi – Huellas de Sal. Este protocolo es un procedimiento de Consulta y Consentimiento Previo, Libre e Informado para las Comunidades Indígenas de las Salinas Grandes y Laguna de Guayatayoc (Jujuy, Argentina). El mismo fue elaborado por las comunidades de Salinas Grandes con la participación de otros organismos y actores²³. El documento expresa que los territorios comprenden “el Janan Pacha, el Kay Pacha y el Ukhu Pacha (incluye a las salinas, a las vertientes de agua, a los pastos, a nuestros ganados, a la Pacha, a nuestras costumbres y creencias, etc.; en síntesis: toda nuestra vida” (Solá, 2016:231), propuesta que refiere al abordaje integral que estos sistemas socioambientales complejos requieren y, muchas veces, en los informes técnicos de los proyectos no queda reflejado.

Luego de este acercamiento, se evidencia en el “Triángulo del litio” cierto desconocimiento sobre las consecuencias de la explotación intensiva del agua subterránea a partir de la extracción de las salmueras para obtener litio. Esta extracción de aguas subterráneas, los millones de metros cúbicos que se evaporarán y cómo esto podría alterar significativamente tanto al sistema natural como a las comunidades y sus modos de vida, representan una serie de nuevos riesgos ambientales para sitios ubicados en un hábitat caracterizado por su aridez. Ante esta realidad se necesita repensar la actividad, sus modos de explotación y los escenarios de riesgos ambientales, entendidos estos como sistemas socioambientales complejos. Pero sobre todo, pensarlos desde una lógica que permita considerar algunos componentes de un marco de políticas para la operativización del principio de precaución. Siguiendo lo expresado por Riechmann y Tickner (2002), se pueden mencionar algunos de estos componentes tales como:

23 Para mayor detalle remitirse al artículo de Argento y Puente en este mismo libro.

- Definición y obligación general de actuar precautoriamente: Es necesario que la legislación defina claramente lo que significa este principio y, a la vez, obligue a las empresas a adoptar las medidas necesarias. Argentina cuenta con la Ley General del Ambiente N° 25.675 que en su Artículo 4° dice que la interpretación y aplicación de toda norma a través de la que se ejecute la política ambiental, debe estar sujeta al cumplimiento del principio precautorio (entre otros). El mismo expresa que “cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del ambiente”. En Chile, la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, de 1994, señala objetivos que buscan seguir una serie de principios para entender el alcance real, estos son: la prevención, el que contamina paga, la gradualidad, la responsabilidad y la participación, que irradian toda la institucionalidad ambiental nacional (Olivares Gallardo, 2016). Sin embargo, el principio precautorio no está reconocido expresamente en la legislación sectorial chilena. No obstante, según Muñoz Gajardo (2014), se ha aplicado por extensión y homologación del principio preventivo. En ese mismo sentido, Costa Cordella (2014) afirma que a pesar de que en Chile no se ha articulado una normativa específica sobre el principio precautorio, de todas maneras se encuentra operando en la práctica como parte de la regulación ambiental nacional. Bolivia, por su parte, tampoco cuenta de modo expreso en su legislación con una definición clara al respecto. Apenas menciona en la reglamentación de la Ley N° 1333/1992 del Medio Ambiente, en el artículo 34° del Reglamento de prevención y control ambiental, que el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental debe incluir la “identificación de los vacíos e incertidumbres de información en el conocimiento de los impactos ambientales, para la toma en consideración, si fuere necesario, del principio de precaución”.
- Otro de los componentes tiene que ver con pasar la carga de la prueba a quienes emprenden las actividades peligrosas (inversión de la responsabilidad). En este sentido, una función clave del principio precautorio consiste en exigir a quienes desean llevar adelante una actividad peligrosa, de manera previa a su realización, que demuestren que ésta es segura o que no existe una alternativa más segura. En la actualidad,

no existen informes que lo demuestren considerando la complejidad de cada territorio. Generalmente, las empresas buscarán llevar adelante el modo de extracción que menos costos le signifique y que se traduzca en mayores ganancias. Por otra parte, quienes desean llevar adelante la actividad tienen un interés creado en demostrar la inocuidad de las técnicas y también son quienes controlan la información científica, por lo que lo ideal sería contar con otras investigaciones independientes que realicen los diversos estudios.

- Respecto de la toma de decisiones sobre el daño en caso de incertidumbre, los criterios deberían establecerse dentro de una estructura de procedimientos para la aplicación del principio precautorio y la búsqueda de responsabilidades, las cuales permitirían facilitar la toma de decisiones respecto de las pruebas de daño con las que se cuente. Si se llegara a contar con la certeza de daño o para la que el daño en caso de producirse fuera irreversible, se sugiere prohibir la actividad.

“Para el que mira sin ver, la tierra es tierra nomás”

Hasta hace poco, las miradas sobre el proceso productivo prestaban exclusiva atención al circuito de producción-circulación y consumo de los bienes. La actualidad socioecológica impone la necesidad obvia de agregarle a este metabolismo los extremos invisibilizados de los recursos al inicio y los residuos al final, y lo cierto es que la minería del litio consume cuantiosas cantidades de agua y puede producir residuos en proporciones gigantescas, entre otros problemas sociambientales. La consideración de implementar alternativas debe ser una constante en las actividades, tecnologías e insumos. Debería contarse con programas que examinen todo el ciclo de vida de lo producido, desde la extracción de la materia prima, pasando por la producción y la utilización del producto, hasta su disposición transitoria y posterior eliminación. Esta medida implica un seguimiento y control, investigación y difusión de información de manera continuada. Es decir, el principio de precaución exige mayor investigación para comprender mejor la complejidad de los sistemas. Antes que limitar la actividad técnica y científica en relación a determinada acción, este principio obliga a reforzar la investigación. No solo en busca de técnicas más eficientes, tareas que los proyectos y gobiernos –en mayor o menor medida– están llevando adelante, sino también al pensar los modos de evaluación de los riesgos ambientales. La investigación debe apuntar a conocer cuál es el daño esperado a partir de la extracción intensiva de las aguas

(salmueras o dulces) ya que en caso de no conocerlo, lógicamente, sería imposible de evitar. Los estudios que no logren desarrollar en detalle los potenciales daños no deberían confundir la ausencia de conocimiento con la ausencia de impactos y en ese sentido, al no lograr demostrar la no afectación de los sistemas, deberá detener el avance de los proyectos hasta contar con mayores certezas.

Dentro de los componentes de un marco de políticas precautorias según establecen Riechmann y Tickner (2002), hay que remarcar que cualquier actividad que implique un potencial conflicto socioambiental es una oportunidad para fomentar la participación entre quienes serían los principales afectados. Las decisiones que se adoptan en condiciones de gran incertidumbre son decisiones políticas. Al tener en cuenta que una actividad tiene el potencial para afectar los ecosistemas, la salud pública o los bienes naturales comunes, las decisiones deben ser públicas. Bajo ningún punto de vista debe dejarse afuera al público en un contexto de incertidumbre o seguir avanzando sin contar con esta instancia. Garantizar el derecho a la información no es suficiente para adoptar decisiones democráticas, sino apenas uno de tantos componentes necesarios.

Cada uno de los países que conforman el “Triángulo del litio” se encuentra con proyectos a la espera de explotar las salmueras o ya en curso. Las particularidades de los salares, sus características físicas y químicas, los costos y el conocimiento, llevan a que la técnica a través de la que se extrae el mineral sea el método evaporítico en la mayoría de los casos. La evaporación de grandes volúmenes de agua a la atmósfera, la instalación de piletas sobre los abanicos aluviales, las superficies para disposición transitoria o final de sales de descarte, la reinyección de salmueras al interior de los salares, así como las cantidades de agua dulce que se propone utilizar, son solo algunas de las acciones que están mencionadas y cuyas consecuencias sobre los sistemas socioambientales complejos resultan inciertas.

La búsqueda de alternativas en las técnicas se debe –en términos generales– más a la necesidad de aumentar la eficiencia debido a los largos plazos para la obtención del producto final, que a la de proteger el equilibrio hídrico de los salares. La información referida al estado y evolución de estos, la forma en que es generada y el acceso a la misma, quedan determinados por la voluntad de las empresas que no solo son dueñas de las concesiones y permisos de explotación de las salmueras, sino también del conocimiento de los bienes naturales. Esto se traduce en una pérdida de soberanía y de posibilidades de proyección de políticas públicas que apunten a nuevas alternativas al desarrollo y a una transición

energética que no signifique el establecimiento de nuevas zonas de sacrificio. De la misma manera, y al igual que otras actividades extractivas que cuentan con las mismas lógicas, la explotación de litio supone la apropiación de los bienes hídricos para uso industrial en desmedro de su uso por parte de las comunidades que son parte de los sistemas socioambientales complejos en los que se encuentran los proyectos.

La explotación minera no solo significa la posibilidad de obtención de divisas, sino que además representa un ejercicio de soberanía. El avance en las tareas de explotación presenta la posibilidad de daños irreversibles en el ecosistema y, a su vez, en los modos de vida de las comunidades cercanas. Por esto, y ante la incertidumbre respecto de las relaciones causales de la extracción intensiva de salmueras y la afectación de los sistemas socioambientales complejos, se vuelve un imperativo pensar el camino del litio no como una carrera sino, más bien, como la oportunidad de tomar decisiones en base al ineludible principio precautorio en pos de preservar un ecosistema único en el planeta y con el fin de respetar a los pueblos que viven en relación con las cuencas donde los salares se hallan, tal como ellos mismos lo exigen. La no acción como medida precautoria debe ser considerada como una medida que tienda a reforzar el sistema democrático, fomentando la participación, el respeto hacia el conocimiento y el mundo indígena, y la difusión de la información garantizando su accesibilidad para todas las personas.

El consumo de agua vinculado a la obtención de carbonato de litio, constituye una parte fundamental de esta nueva expansión del extractivismo en Latinoamérica. El “triángulo” seguirá deformándose, ampliándose y expandiendo sus bordes a medida que algunos países incrementen sus necesidades de litio para lograr su propia transición energética. El Salar de Coipasa en Bolivia, Maricunga y Pedernales en Chile, la región de Puno en Perú, los proyectos de explotación en las provincias de San Luis y Córdoba, así como las declaraciones de descubrimiento del litio y “tierras raras” en la Patagonia argentina, son algunos ejemplos que nos permiten ver el avance acelerado sobre los territorios. Así como la energía que almacena una batería de litio garantizará el avance de los vehículos eléctricos, de igual modo el acceso a las fuentes de agua de las cuencas y reservas subterráneas, alimentará el avance de los proyectos mineros.

Mientras en Europa hay países que planifican no consumir más combustibles fósiles para el año 2050, nuestros territorios son predisuestos por los gobiernos para ser el soporte de esos

objetivos ajenos sin tener siquiera certezas sobre los costos socioambientales que implica la intensidad con la que se van llevando adelante, más aun sabiendo que la minería es imposible de pensar sin la voracidad en el consumo de agua para la producción. Los estudios ambientales previos dan como algo lógico el no cuestionar este modelo de desarrollo, así como algunos gobiernos dan como lógico que un proyecto debe llevarse adelante por el solo hecho de contar con un estudio de impacto ambiental. Ante esto, hay que reconocer como posibilidad la no realización de una actividad extractiva, sobre todo si está incumpliendo de manera deliberada tratados internacionales de jerarquía constitucional, tal como es el Convenio 169 de la OIT.

A su vez, no dejemos de notar que si hay hoy un bien estratégico, ese el agua dulce. En este sentido, y con la intención de transitar un camino que facilite nuevas preguntas sobre lo ambiental, es que se deberá avanzar en la búsqueda de un enfoque que supere la visión del espacio como si este fuera solo una porción de la superficie terrestre. Tal lo expresado por las palabras que dan pie a este último apartado²⁴, algunas miradas provenientes del sistema científico acerca de la obtención del litio parecieran entender que “la tierra es tierra nomás”. El territorio significa un conjunto indisociable de relaciones complejas que supera por lejos esa visión lineal. Es así que las consecuencias de estos proyectos no solo se traducen de maneras inciertas en los salares, sino también en las adyacencias de las costras salinas, los reservorios subterráneos de agua dulce, la flora y la fauna endémica, pero por sobre todo, en los modos de vida de las comunidades, que en diversos escenarios ya se han expresado en contra del avance minero. Resulta clave el desarrollo de un abordaje crítico, que garantice la participación activa de las comunidades sobre las propuestas de extracción de litio y el camino a la transición energética, entendiendo que las respuestas a la crisis ambiental planetaria que vivimos, difícilmente puedan darse siguiendo las mismas lógicas que nos llevaron hasta ella.

Se vuelve hoy necesario que los estudios ambientales dejen de ser documentos que busquen cumplir una mera exigencia burocrática alejando así de la participación a las comunidades, dándole exclusividad en la palabra a los técnicos y expertos. Los estudios de riesgo ambiental deben verse motivados por hacer a un lado amenazas y vulnerabilidades, y no por hacer a un lado a los amenazados y a los vulnerables. Es tiempo de reconocer las limitaciones de la

24 “Para el que mira sin ver/La tierra es tierra nomas/Nada le dice la pampa/Ni el arroyo, ni el sauzal”. Extracto de “Para el que mira sin ver”, canción escrita en 1979 por Atahualpa Yupanqui, poeta argentino.

ciencia –tal como la conocemos– y su necesidad de complementarse seriamente con la participación de las comunidades. A fin de cuentas, si se pretende llevar adelante una actividad que implica asumir riesgos ambientales, se debe comprender que es una decisión que excede la esfera de lo técnico y aparece como una oportunidad para la reflexión colectiva, para que de una vez y por todas podamos hacer lugar a la evidencia de que lo ambiental también es político.

Bibliografía

Aguilar, F. y Zeller, L. (2012) *Litio. El nuevo horizonte minero. Dimensiones sociales, económicas y ambientales*, Centro de Derechos Humanos y Ambiente (CEDHA), Córdoba, Argentina.

Alonso, H., y Risacher, F. (1996) “Geoquímica del Salar de Atacama, parte 1: origen de los componentes y balance salino” en *Revista Geológica de Chile*, Vol. 23 N° 2, Santiago.

Angelelli, V. (1984) *Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Volumen I*, Comisión de investigaciones científicas de la provincia de Buenos Aires- Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata-UNLP-Instituto de Geología Aplicada, La Plata.

Anlauf, A. (2015) “¿Secar la tierra para sacar litio? Conflictos socio-ambientales en la minería del litio” en Nacif, F. y Lacabana, M. (coord.) *ABC del litio sudamericano*, CCC-Universidad de Quilmes, Buenos Aires.

Argento, M. y Zicari, J. (2016) “Las disputas por el litio en la Argentina: ¿Materia prima, recurso estratégico o bien común?” en *Prácticas de oficio*, Vol. 17, N° 19, Argentina

Burton, I., Kates, R.W y White, G.F. (1993) *The Environment as Hazard*, The Guilford Press, Nueva York.

Buxó, M. J., y Casado, M. (coords.) (2005) *Riesgo y Precaución. Pasos hacia una bioética ambiental*, Residencia de investigadores CSIC-Generalitat de Catalunya, Barcelona.

Calla Ortega, R. (2014). “Impactos de la producción industrial del carbonato de litio y del cloruro de potasio en el salar de Uyuni”, en Guzmán Salinas (ed.) *Un presente sin futuro. El proyecto de industrialización de litio en Bolivia*, CEDLA, La Paz.

Cardona, O. D. (1993). “Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad

y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo” en Maskrey A. (comp.) *Los desastres no son naturales*, LA RED de Estudios Sociales, Bogotá.

Costa Cordella, E. (2014). “Principio de Precaución y Regulación Ambiental en Chile: Operando sin instrucciones, pero operando” en *Justicia ambiental*, Año VI N° 6, Chile

Delbuono, V., Such, T., Toledo, E., y Jerez, D. (2017). “Situación actual y perspectivas - Informe especial - Mercado de Litio”. Disponible en: www.argentina.gob.ar

Flexer, V., Baspineiro, C., Galli, C. (2018). “Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing” en *Science of the Total Environment* 639. Disponible en: www.researchgate.net

Fornillo, B. (coord) (2015). *Geopolítica del litio. Industria, ciencia y energía en Argentina*, El Colectivo-CLACSO, Buenos Aires.

Funtowicz, Silvio y De Marchi, Bruna (2000). “Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad” en Leff, Enrique (coord.) *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, México.

Gallardo, S. (2011). “Extracción del litio en el Norte Argentino” en *Revista EXACTAMENTE*, N° 48. Disponible en: www.fcen.uba.ar

García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Editorial Gedisa, Barcelona.

Gudynas, E. (2002). *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible*, Coscoroba ediciones, Montevideo.

Jerez Henríquez, B. (2018) *Impacto socioambiental de la extracción de litio en las cuencas de los salares altoandinos del cono sur*, Observatorio de Conflictos Mineros de America Latina, OCMAL, Santiago.

Kloster, M. y Castello, A. (2015) *Industrialización del litio y agregado de valor local: informe tecno-productivo*, CIECTI-MCyT, Argentina.

Mantilla Vertel, S. (2017) “Evaluación ambiental del desarrollo de la industria del Litio en la Región de Antofagasta”, Tesis de Maestría, Universidad de Antofagasta.

Martínez Alier, J. (2005) *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*, Icaria, Barcelona.

Molina Carpio, J. (2007) *Agua y recurso hídrico en el Sudoeste de Potosí*, Foro Boliviano sobre Medio Ambiente y Desarrollo-FOBOMADE, La Paz.

Muñoz Gajardo, S. (2014) “El acceso a la Justicia Ambiental”, en *Justicia Ambiental. Revista de Derecho Ambiental*, Año VI N° 6, Chile.

Olivares Gallardo, A. (2016) “Los principios ambientales en la

actividad del Tribunal Constitucional. (A propósito de la sentencia Rol N° 2684-2014)” en *Estudios Constitucionales*, Año 14, N° 2, Chile.

Puente, F. y Argento, M. (2015) “Conflictos territoriales y construcción identitaria en los salares del noroeste argentino” en Fornillo, B. (coord.) *Geopolítica del litio. Industria, ciencia y energía en Argentina*, El Colectivo-CLACSO, Buenos Aires.

Riechmann, J., y Tickner, J. (2002) *El principio de precaución*, Icaria, Barcelona.

Solá R., (2016) “Kachi Yupi: un ejercicio de autodeterminación indígena en Salinas Grandes” en FARN, *Informe ambiental anual 2016*, FARN, Buenos Aires.

Ugarte Araya, P. (2003) “Derecho de Aprovechamiento de Aguas. Análisis Histórico, extensión y alcance en la legislación vigente”, Memoria de prueba para optar al grado de licenciada en ciencias jurídicas y sociales. Departamento Derecho Económico, Facultad de Derecho, Universidad de Chile, Chile.

Wilches-Chaux, G. (1993) “La Vulnerabilidad Global” en Maskrey A. (comp.) *Los desastres no son naturales*, LA RED de Estudios Sociales, Bogotá.

Entrevistas

Calla Ortega, Ricardo. Investigador, La Paz, 2017.

Flexer, Victoria. Investigadora CONICET, 2017.

Jurado, S/D, La Paz, 2017.

León, Graciela. Área operativa GNRE, La Paz, 2017.

Márquez, Pánfilo. Artesano y trabajador de la sal, Colchani, 2017.

Pozo, Aleida. Área operativa GNRE, La Paz, 2017.

Quezada, Guido. Director de Geología y Salares, La Paz, 2017.

Tuler, Pablo. Técnico, integrante del Proyecto de Litio, salar de Uyuni, 2017.

Documentos del Estado (Argentina, Bolivia y Chile)

Boletín Oficial de la Provincia de Río Negro N° 5044, publicado el 31 de mayo de 2012. Disponible en www.rionegro.gov.ar/download/boletin/5044.pdf acceso 20 de diciembre de 2018.

Cámara de Diputados de la República de Chile (2017). Diario de sesión: Sesión especial N° 124 del martes 17 de enero de 2017. En https://www.bcn.cl/historiapolitica/congreso_nacional/diarios/hley?IDDocumento=665831&title=Diario%20de%20Sesi%C3%B3n:%20Sesi%C3%B3n%20Especial%20N%C2%B0124 acceso 28 de agosto de 2017.

DGA (2014). Análisis de los Mecanismos de Evaporación y Evaluación de los Recursos Hídricos del Salar de Atacama. Informe Final. División de Estudios y Planificación. Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas en <http://www.dga.cl/estudiospublicaciones/Series%20documentales/Informe_Final-Empaste.pdf> acceso 21 de mayo de 2018.

DGA (2014). IT DARH 234. Evaluación de la Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos en los Sectores Acuíferos del Salar de Atacama. Departamento de Administración de Recursos Hídricos. Santiago, Chile: Ministerio de Obras Públicas.

Ministerio de Energía y Minería (2017). *Minería al 2022. Puna argentina. Situación actual y su potencialidad*, en https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/7553/AS_15063739491.pdf acceso 14 de abril de 2018

Nota de prensa Ministerio de Energías y Yacimientos de Litio Bolivianos (2018) “Suscripción de Documento de Fundación de la Empresa Pública YLB – ACISA para la industrialización del Litio en Bolivia” en http://www.ylb.gob.bo/archivos/notas_archivos/nota_de_prensa_aci-ylb_121218.pdf acceso 30 de diciembre de 2018.

Superintendencia del Medio Ambiente (2018). Minuta técnica DFZ: Análisis de las causas de la activación del Plan de Contingencias Fase II. En <<http://snifa.sma.gob.cl/v2/Fiscalizacion/Ficha/1041443>> acceso 29 de diciembre de 2018.

U.S. Geological Survey (USGS) – Office of International Programs and National Minerals Information Center (2017). *Argentina Lithium Map-Data Sources and Explanatory Notes* en https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/7674/AS_15115524941.pdf acceso 10 de diciembre de 2018.

Yacimientos de Litio Bolivianos (2018) “Comunicado de Yacimientos de Litio Bolivianos YLB-GEE-COM – N° 0010/2018” en http://www.ylb.gob.bo/archivos/notas_archivos/comunicado_ylb-gee-com-n_0010-2018_a_la_opinion_publica.pdf acceso 29 de diciembre de 2018.

Informes técnicos

Burga, E., Burga, D., Rosko, M., King, M., Abbey, D., Sanford, T., Smee, B., Leblanc, R. (2018) “Lithium Americas. NI 43 – 101 TECHNICAL REPORT Updated Feasibility Study. Reserve Estimation and Lithium Carbonate Production at the Cauchari-Olaroz Salars, Jujuy Province, Argentina” en http://www.lithiumamericas.com/_resources/pdf/investors/technical-reports/cauchari-olaroz/NI-43-101-Technical-Report-Jan-15-2018.pdf acceso 14 de noviembre de 2018.

Ferreti, J., Gonzalez, S., Vaca, G., Cevasco, C., De La Reta, J.M., Bravo, L., Nigro, S., Marchessi, G., Veggiani, N. (2017) “Minera Exar S.A. Proyecto Salares Cauchari-Olaroz. Actualización Bianual Informe de Impacto Ambiental-Etapa de Explotación”.

Houston, J., Butcher, A., Ehren, P., Evans K. y Godfrey, L. (2011) The Evaluation of Brine Prospects and the Requirement for Modifications to Filing Standards, en *Economic Geology* Vol. 106 en http://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/17086/1/THE_EVALUATION_OF_BRINE_PROSPECTS_final%20for%20submission.pdf acceso 20 de noviembre de 2018.

KPMG International Cooperative (2018). “Algunos temas relevantes para la minería en 2018. Energía y Recursos Naturales” en <<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ar/pdf/informe-especial-mineria-argentina-2018.pdf>> acceso 28 de diciembre de 2018.

Reidel, F. (2017) “Technical Report Resource Estimate for Lithium & Potassium. Sal de los Angeles Project” en <https://www.otcmarkets.com/ajax/showFinancialReportById.pdf?id=167183> acceso 16 de noviembre de 2018.

Reidel, F. y Ehren, P. (2018) “Technical Report Lithium & Potassium Resources on the Cauchari Project, Jujuy Province, Argentina. NI 43-101” en <https://www.orocobre.com/wp/?mdocs-file=4335> acceso 14 de noviembre de 2018.

Simbiosis S.R.L. (2012). “Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para el Desarrollo Integral de la salmuera en el Salar de Uyuni – Planta Modular y Planta Industrial de Cloruro de Potasio”.

Sociedad Química y Minera de Chile S.A. (2018) “Memoria Anual 2017” en http://www.bolsadesantiago.com/Noticiascite/avisos%20generales/SQM/otrinf__20180406092252_57253.pdf acceso 02 de enero de 2019.