

ENERGÍA SOLAR Y LITIO: GÉNESIS DE LAS RELACIONES TÉCNICAS DEL ANTROPOCENO CON LAS SALMUERAS DE ATACAMA Y TARAPACÁ (1973-1989)*

SOLAR ENERGY AND LITHIUM: THE TECHNICAL GENESIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ANTHROPOCENE AND BRINE IN ATACAMA AND TARAPACA (1973-1989)

*Nelson Arellano-Escudero***

En la segunda mitad del siglo XX algunos salares del área circumpuneña fueron objeto de estudio científico-técnico con fines productivos para generar pronósticos de rendimiento en la cosecha de elementos fisicoquímicos y sales de interés para la minería no metálica.

La revisión de los Archivos de la Administración de Chile ha permitido acceder a la memoria institucional de la Corporación de Fomento de la Producción y conocer algunos de los procedimientos del proceso de institucionalización de las lógicas de explotación. Esta historia de las tecnologías de la energía solar para la cosecha de sales demuestra que, en la era del Antropoceno, la producción de hiperobjetos como el elemento litio tiene efectos transformadores para la historia ecoeconómica.

Palabras claves: Litio, pozas de evaporación solar, Antropoceno, siglo XX.

In the second half of the 20th century, some salt flats in the circumpuna area were the object of scientific-technical studies for productive purposes to generate yield forecasts for harvesting physical-chemical elements and salts interest for non-metallic mining. The review of the Chilean Administration Archives has allowed access to the institutional memory of the Corporación de Fomento de la Producción and to know some of the procedures of institutionalization of the mining logics.

This history of solar energy technologies for salt harvesting demonstrates that, in the Anthropocene era, the production of hyper-objects such as lithium has transformative effects on eco-economic history.

Key words: Lithium, solar ponds, Anthropocene, XX century.

Introducción

En septiembre de 1973 se emitió el informe *Estudio de prefactibilidad proyecto Salar de Surire*, firmado por los ingenieros civiles metalúrgico y químico Heriberto Pinto R. y Turides Solar V.¹, acompañados por el egresado de Ingeniería en Ejecución en Minas, Guillermo Latoja L. Este informe, preparado en Arica en virtud del “Convenio Corfo J.AA. [Junta de Adelantos] Proyecto Salar de Surire”, es una muestra más de la exploración que el Estado de Chile realizó en la décadas de 1960 y 1970 con sus distintos gobiernos en una de las zonas consideradas extremas del territorio nacional de Chile.

La elaboración, circulación y archivo de este informe es expresión del interés permanente que tuvo la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) en la explotación de salares durante todo el último tercio del siglo XX. Ello se vincula con la conformación de estructuras internas en formato comisiones denominadas según su tópico, por ejemplo, sales y sales mixtas, que interactuaban con otras agencias estatales tales como la Comisión Nacional de Energía y la Sociedad Química de Chile (Soquimich), lo que generó una cuota de correspondencia interna y comunicaciones institucionales que nos permite no solo trazar las decisiones sino examinar las lógicas que subyacían en ellas.

* Este artículo ha contado con el apoyo de Fondecyt Iniciación 11180158 (2018-2021) “Las fronteras solares de Chile: desierto, Antártica, Polinesia y Espacio. Una historia de gobernanza y valores sociales de tecnologías solares en zonas extremas (1976-2011)”. El autor agradece la dedicación y calidad de las correcciones editoriales y contribución de los/las revisores/as que mejoraron el manuscrito inicial.

** Instituto de Humanidades, Universidad Academia Humanismo Cristiano. Santiago, Chile.
Correo electrónico: narellano@docentes.academia.cl

Estos datos e informaciones acerca de la complejidad de los dispositivos técnicos, el análisis comercial y muchos otros aspectos, entre los que se cuentan la interacción de la energía solar con las salmueras para la obtención de distintos subproductos, son materia central de este artículo, pero todo ello imbricado en una historia institucional parcial de la Corfo, debido no solo a las fuentes de información disponibles en el Archivo Nacional de la Administración (ARNAD), sino porque, además, en el período institucional de la dictadura cívico-militar de 1973 a 1990 acontecieron cadenas de decisiones que parecen haber influido en el devenir del siglo XXI, cuyos efectos aún se encuentran en fase de estudio (Babidge, 2019).

Sin embargo, más allá de la apreciación militar impuesta en la década de 1970, en lo concreto, el trabajo de ingeniería continuó una investigación intensa que desde la década anterior indagaba en eventuales desarrollos de proyectos de explotación de minería no metálica en los salares de Atacama, Surire, Huasco, Coposa, Maricunga, Pedernales, Bellavista, Lagunas, Llamara, Punta Negra, Capur, Purisunchi, Tolar, Salar grande de Tarapacá y Coipaca². Se investigó la factibilidad de explotación de tierras raras, perlita nacional, zircón, fosforita y, entre otros elementos, también el litio. En conjunto, siguiendo una lógica inductiva, se puede estimar que se configuró un extenso e intenso programa de investigación y desarrollo.

Por entonces la relevancia del litio para el momento energético de inicios del siglo XXI no era necesariamente pronosticable. En el pasado reciente muchos de sus aspectos han sido estudiados en términos científico-técnicos y como elemento de disputa y conflicto socioambiental por el alcance estratégico que se le ha asignado (Espinosa, 1992, Ströbele-Gregor, 2012). No obstante ello, el proceso productivo y, para objeto de este artículo, la relación imprescindible con las tecnologías termosolares ha sido escasamente abordado o directamente omitido.

La producción de litio es una evidente contribución de Chile y, más regionalmente hablando, una contribución de la región circumpuneña al mundo. Esto es posible, en términos de diseño de ingeniería gracias a la cosecha de radiación solar a causa de la utilización de pozas de evaporación solar, lo que se diferencia de otras técnicas de cosecha de litio (Choubey *et al.*, 2016).

La génesis de estos dispositivos podríamos situarla a mediados del siglo XX, aunque se sabe

que las primeras experimentaciones se produjeron en el primer cuarto del siglo XX³; en el caso del litio la cristalización fraccionaria –que es el procedimiento activado por la radiación solar– recién en la década de 1970 comenzó el paulatino proceso de investigación y desarrollo del desensamblaje de los servicios ecosistémicos para su circulación como energía y materia en términos de apropiación humana de la producción primaria neta, es decir, la transformación geológica por la actividad humana.

El Antropoceno y las sales

Los acercamientos a los aspectos sociales, culturales e incluso ambientales de este campo de desarrollo industrial de la minería no metálica han sido preliminares y, en ocasiones, se constatan falencias en la apreciación histórica e, incluso, en lo más elemental del contexto⁴. Para comprender este proceso resulta necesario establecer algunos parámetros conceptuales que faciliten la lectura de unos eventos enmarañados, de larga data y que, siguiendo a Julia Thomas (2018), se articulan en escalas intersectadas de modernidades paralelas según revelan los archivos estudiados.

La autora recoge así las convergencias actuales entre las historias económica y ambiental, atribuidas a la injerencia del concepto de Antropoceno y su extensa literatura (Lewis y Maslin, 2015; Steffen *et al.*, 2011) que, aun con distintas definiciones, releva los devastadores resultados del daño ambiental producto de la actividad económica, lo que lleva al replanteamiento de la historia económica, cuyo alcance es precisamente la connivencia con la historia ambiental y, diremos aquí, también la historia de la tecnología.

De los cuatro modelos que indica Julia Thomas, para el estudio del fenómeno de la producción de litio, elegimos el de Escalas Intersectadas porque podemos vincularle con el tiempo de la Gran Aceleración Económica (Steffen *et al.*, 2015), período en el que las sales, y el elemento litio en especial, se vuelven trascendentes. Es justamente la multidimensionalidad de factores en juego en todas las situaciones lo que dificulta una lectura habituada a la reducción de la complejidad de los fenómenos tecno-eco-económicos.

Apuntamos aquí al problema de Energía y Civilización que se ha connotado de dos maneras totalmente disímiles en la historia económica y la historia de la tecnología. Mientras en el siglo XXI

Vaclav Smil (2017) planteaba una secuencia lineal que postula la correlación: a mayor consumo energético mayor civilización, George Basalla (1979) estableció ciertas bases para la lectura crítica a las lógicas lineales y mecanicistas de la relación entre Energía y Civilización. Basalla orienta la atención acerca de 3 ideas que constituyen mitos: i) se espera que el suministro de energía no tenga fallas, ii) que su abundancia sea infinita y iii) que la energía cumpla con los cambios utópicos de la sociedad. Los asuntos de la energía, en su complejidad geográfica, social y económica, también han sido observados en la alta montaña de los Andes (Díaz, Jaque y Ojeda, 2018).

Esta forma de concepción de sistema mundo representa la organización de una estructura de valores sociales que condiciona las prácticas culturales que generan no solo una lógica de decisiones sino, previo a ello, las opciones que establecen las posibilidades para las decisiones, lo que no determina, pero condiciona (Hugues, 1993, Basalla, 1988, Edgerton, 2011). En el caso del litio, como veremos, su condición que transitaba entre el desconocimiento y la incertidumbre hizo menos evidente el reconocimiento de lo que podríamos caracterizar como hiperobjeto (Morton, 2013).

El litio: hiperobjeto en escalas intersectadas

En este caso de estudio, la literatura acerca del litio nos muestra un panorama clásico, en el que predominan los relatos de la historia de invenciones producto del trabajo individual y en una progresión lineal acumulativa desarrollada en Europa y Estados Unidos, añadiendo a Japón como el país asiático más occidentalizado (Scrosati, 2011, Whittingham, 2012, Zen-Ichiro *et al.*, 1993, Greatbatch y Holmes, 1992, Crabtree, Kócs y Trahey, 2015).

Sin embargo, una historia tecnoambiental y científica del litio da cuenta de una trayectoria en la que los procesos de investigación y desarrollo constituyeron un complejo tecnoinstitucional en el que se conectaron las labores académicas, el desempeño de organismos estatales y el interés de inversionistas multilocalizados a lo largo del siglo XX.

El litio es un elemento natural que se encuentra presente en todo el planeta y en grandes cantidades (Göbel, 2013), aunque su mayor concentración se encuentra en la Puna de Atacama, en los salares de Atacama, Uyuni y Hombre Muerto, zona

denominada “Triángulo del Litio”. Las estimaciones indican que allí se encuentra el 70% de las reservas de litio explotable en salmueras, mientras que en China y Australia hay grandes yacimientos mineralizados.

El interés por el litio tiene varias fuentes. A destacar es el alcance militar de su uso en la producción de la bomba Hache (H) (Lapp, 1956, Harvey, 2018). En los aspectos civiles, el litio ha sido fundamental en las investigaciones acerca de almacenamiento de energía y llevado a la fabricación de baterías. Esta última aplicación del material ha generado un incremento en la demanda mundial y el aumento en su explotación.

Esto es lo que conecta las distintas modernidades que se despliegan en escenarios asimétricos, desde la Puna de Atacama hasta las megápolis del mundo, desterritorializando la composición de la salmuera de los salares según el proceso de Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta. Mientras la historia ecoeconómica nos ayuda a relacionar los diversos intereses, aparentemente inconexos, las historias de la ciencia y de la tecnología contribuyen a develar los procedimientos.

Aquel fenómeno del Antropoceno se materializa en las relaciones que se anudan mediante la desecación de los salares, la segregación de sus componentes y su despacho a distintos puntos del planeta para fines comerciales ya sea en artefactos o en la industria farmacéutica. La salmuera que, gracias a la evaporación acelerada en el sitio de mayor radiación solar en la superficie terrestre ya documentado a inicios del siglo XX (Knoche, 1916), transforma sus formas para retornar a su punto de origen en forma de batería o de cápsula para la ingesta. Esta viscosidad, deslocalización, ondulación temporal, ambigüedad de su estado y su interobjetividad permiten ver la agencia del litio como la de una entidad hiperobjetual (Morton, 2013).

La ubicuidad del litio en este tiempo de gran aceleración económica se puede resumir en este listado de usos de Cochilco (2013: 24): carbonato de litio: elaboración de compuestos para baterías li-ion, vidrios y cerámicas, polvos para la colada continua de metales, químicos y adhesivos; cloruro de litio: fundentes, aire acondicionado, aplicaciones de aluminio; hidróxido de litio: grasas lubricantes, baterías li-ion, absorción de CO₂. litio metálico: ánodos en baterías de litio no recargables, farmacéuticos, fusión nuclear, aleaciones de bajo peso

(con Al); otros compuestos inorgánicos y orgánicos: componentes de baterías recargables de litio (inorgánicos), polímeros (orgánicos), agroquímicos (orgánicos), farmacéuticos, electrolisis de aluminio, materiales electrónicos.

Es para ese aprovechamiento que las salmueras o el material mineralizado de Australia, Chile, Argentina, China y Estados Unidos, en orden de mayor a menor en volumen de producción, se dispersa por el mundo transformada (de 180 mil toneladas anuales en 2012) en Baterías (29%) y Vidrios (35%). Una historia que para llegar a la escala reciente se inició 4 décadas antes.

1. Investigación y desarrollo para la obtención de litio

En 1973 el ingeniero y académico Julio Hirschmann Recht señaló que:

“En el año 1961 se realizó la primera investigación práctica con experimentos sobre la difusión de la diferentes sales disueltas en agua y su absorción de calor por radiación solar. Como consecuencia de las publicaciones hechas, existe un proyecto de la compañía salitrera estatal Soquimich, para construir una instalación experimental sobre el salar chileno más grande, el ‘Salar de Atacama’, para obtener litio; pero primeramente deben realizarse experimentos de laboratorio sobre el modo exacto de operar de las pozas solares” (Hirschmann, 1973: 81).

Este proceso de investigación podemos conectarlo con la creación de la Sociedad Chilena del Litio (Corfo, 1986), respecto de la que existe información acotada en la literatura (Fernández Montt y Arriaza Barriga, 2017). Siguiendo una minuta de enero de 1986 sabemos que el 13 de agosto de 1980 Corfo y Foote Mineral Co. formalizaron la creación de la Sociedad Chilena del litio con una participación del 45% para la estatal y 55% para la empresa foránea.

Sin embargo, el carácter estratégico que se concebía para el Litio hizo necesario que se consultara a otros organismos del Estado, considerando que el Decreto Ley 2.886 de 1979 facultó a la Comisión Chilena de Energía Nuclear para autorizar la comercialización del litio extraído en el país.

El objetivo inicial de la sociedad era la producción y venta de compuestos de litio que contuviesen hasta 200.000 toneladas de litio metálico equivalente, extraídas del Salar de Atacama por 30 años, prorrogables por períodos de 5 años sucesivos hasta completar la producción autorizada.

El acuerdo consideraba que ninguna de las partes podría ceder su interés en la Sociedad, pero que Corfo sí podía hacer cesión en tanto aquella persona fuese totalmente controlada por el Estado de Chile.

La administración y control de la Sociedad quedaba en poder de un Consejo compuesto de 5 miembros, 3 de ellos representantes de Foote Mineral Co. y 2 representantes de Corfo.

A continuación, en la segunda página, la minuta resume la trayectoria de la inversión en el proyecto de carbonato de litio pues, a fines de 1981, aquel Consejo de la Sociedad Chilena del Litio aprobó la ejecución de un proyecto industrial con capacidad de 14 millones de libras/año de carbonato de litio. Se describe someramente el diseño sociotécnico implementado: pozas de evaporación solar en Salar de Atacama, estación de transferencia a ferrocarril en Pan de Azúcar y planta química en Antofagasta. El costo total de la inversión llegó a US\$ 56.500.000 incluyendo los gastos de estudio de factibilidad y constitución de la sociedad.

El financiamiento contiene información relevante e indica: “La inversión fue financiada con aportes de los socios (US\$ 26.500.000) y un crédito externo por US\$ 30.000.000, el cual fue negociado con 6 bancos internacionales y el Banco de Chile, actuando como agente el European Banking Company Ltd. con sede en Londres” (Corfo, 1986: 2).

Las instalaciones fueron inauguradas a mediados de 1984 y en abril de 1985 se cumplieron la pruebas de producción, demostrándose una capacidad de producción superior a la que se había proyectado con los 14 millones de libras/año, sin indicar cuál fue el resultado concreto.

La minuta, emitida un año después de la puesta en marcha del régimen de operaciones industriales, indica que las ventas del litio estaban destinadas, casi exclusivamente, a la exportación y que las ventas alcanzaban a 18 millones de dólares de ese año. No obstante, el documento tiene una tachadura que con letra manuscrita reescribió la frase indicando que “pueden significar” ingresos por 18 millones de dólares según los precios de ese momento y la plena capacidad de la planta.

Este matiz permite conjeturar una condición de variabilidad e incertezas que la descripción no podía incorporar en el entendido que alguna fragilidad o punto de duda acerca de un negocio de grandes proporciones podía suponer un daño patrimonial. La realidad quedó retratada en el párrafo siguiente: en 1985 se vendieron 10 millones de libras y esto representaba el 17% del volumen del mercado mundial.

La minuta tiene otra nota en manuscrito que indica “Mano de obra 120 personas”. Esa acotación revela la superficialidad con que fue elaborado el documento, aludiendo a datos gruesos, no necesariamente consistentes y con una apreciable falta de dominio técnico acerca del negocio que se estaba tratando, si se compara, por ejemplo, con informes desarrollados por la Compañía Anglo Lautaro a mediados del siglo XX e incluso de Casa Gibbs a inicios del mismo siglo para potasio y magnesio (Arellano, 2018).

Por ello no es de extrañar que en la página final se afirme que “(...) en razón de sus costos de operación más bajos SCL tiene una buena posición competitiva frente a los otros productores (plantas de Foote y Lithium Corp. or (*sic*) America en EE.UU.) que abastecen el mercado mundial del litio” (Corfo, 1986: 3).

Desde luego este último argumento era el que le daba pie a la motivación final de este documento: un estudio de capacidad de ampliación a los 20 millones de libras por año para hacerla efectiva en 1988. Las potencialidades del negocio se expandían, no solo por mayor capacidad de producción, sino por el interés del poder comprador en productos residuales que no estaban siendo explotados ni comercializados. Se notificaba que Soquimich tenía interés en la compra de subproductos con alto contenido de potasio, cuyo procesamiento requería una inversión de US\$ 3 millones para producir 3.000 toneladas por año.

El proceso de investigación y desarrollo, de todas maneras sí continuó. Una autorización de financiamiento fue aprobada por el coronel de Ejército, ministro vicepresidente ejecutivo Guillermo Letelier Skinner⁵, el fiscal Ismael Ibarra Leniz⁶ y el secretario general, Alfonso García-Huidobro Ortúzar⁷.

Aquel movimiento jurídico acerca de la propiedad se producía en paralelo con un nuevo impulso a la investigación y desarrollo que se expresa en la

resolución exenta que “Destina fondos a proyecto de investigación de nuevos productos y aplicaciones del Litio” que le fuera asignado al Comité de Investigaciones Tecnológicas (INTEC-Chile)⁸ el 22 de diciembre de 1988. El presupuesto otorgado ascendió a Ch\$ 7.240.000 más US\$ 21.500 con el objeto de desarrollar el estudio “Sistemas de Información para la industrialización del Litio. Segunda Etapa”.

En la carpeta “Gerencia de Normalización” (Comité Sales Mixtas, 1986) se indica que Corfo el 22 de diciembre de 1988 destinó fondos al proyecto de investigación de nuevos productos y aplicaciones del litio, con montos de Ch\$ 7.240.000 y US\$ 21.500, generando un “Sistema de información para la industrialización del litio. Segunda Etapa”, en el ítem para estudios de inversiones N° 31.53.058/1988.

La correspondencia de aquellos años incluye documentación firmada por Philip C. Walsh⁹ en representación de la empresa Foote Mineral Company¹⁰ que desplegaba sus intereses en la explotación del litio en el desierto de Atacama, focalizándose fundamentalmente en el Salar de Atacama.

Sin embargo, estas no eran la única producción en prospecto a juzgar por el “Proyecto explotación de sales potásicas y ácido bórico en el Salar de Atacama” (Comité Sales Mixtas, 1983). También se experimentaba en el Salar de Atacama con la “Poza de filtración 100 x 110, Proyecto N° 8.006” para la obtención de perlita nacional, silimanita y zircón, además de otras sales, tanto como se investigaba la recuperación de litio a partir del potasio.

El 28 de marzo de 1990 fue oficiado desde la Sociedad Chilena del Litio, ubicada en Huérfanos 669, Santiago de Chile, el pago de Ch\$ 2.288.095 “a nombre del Tesorero Comunal de Calama” por concepto de patentes mineras de 1990, por las 1.370 pertenencias mineras de propiedad de Corfo que cubrían 6.800 hectáreas.

El 11 de abril de 1988 Orlando Canales de S.C.L.¹¹ ofició a Ruth Alonso comunicándole un panorama sucinto de la producción de litio en el mundo, nombrando a Lithium Corporation of America, Foote Mineral Company y Sociedad Chilena del Litio. Agregó, luego, a competidores de menor volumen: Lithium Australia, Bikita Minerals de Zimbawbwe, Tanco de Canadá y Brasil. Se agregarían a ellos producciones en la entonces URSS y China.

Señala el oficio al final que la demanda por carbonato de litio creció en 2 millones de libras cada año entre 1986 y 1988.

El 15 de junio de 1989 se concretó el pago a la Corfo que en el recibo de ingresos N° 17354 indica como “Detalle de operación: Foote Mineral Company Ltda. Valor correspondiente al pago del 20% de la participación en el capital de la Sociedad Chilena del Litio Ltda. según memorandum de ingreso N° 4336, del 15.06.89 de la Gerencia de Normalización. Chq. N° 414585 Bco. Chile-Stgo V/V \$2.120.847.748,00”. Esta cifra equivalía a US\$ 7.913.748¹².

Esto vino a concretar la negociación en la que Walsh había insistido, como lo demuestra la correspondencia de finales de la década de 1980. En un memorándum sin fecha (Sociedad Chilena del Litio 1990) el fiscal de Corfo, Ismael Ibarra Leniz, se dirige al Gerente de Normalización, Sergio Villegas Sánchez, para indicarle que:

“Phillip Walsh me consultó si sería posible que quien comprara las acciones de S.C.L. en vez de Foote, fuera una sociedad chilena 100% propiedad de aquella. Para lograr lo anterior Foote y una subsidiaria suya norteamericana, constituirían una sociedad chilena de responsabilidad limitada”.

En otra carta, fechada en Nueva York el 11 de enero de 1989, Walsh se dirige al coronel Héctor Letelier Skinner, por entonces ministro vicepresidente ejecutivo de Corfo, declarando sus intentos por comunicarse con el coronel Martínez con la intención de negociar aquel 20% de acciones de S.C.L. La carta fue ingresada a la oficina de partes de Corfo el 17 de enero de 1989. Pero, el 10 de enero de 1989 Enrique Arteaga Llona¹³ ya le oficiaba, en calidad de gerente general de la S.C.L., al coronel José Martínez, en su cargo de gerente de normalización, una traducción indicando que Ismael Barra le recomendó a Walsh y Thomas Williams que tomaran contacto directo para organizar una reunión de negociación a partir del 13 de marzo de ese año.

Esto concretó el Acuerdo del Consejo de Corfo que en su sesión N° 180, del 28 de diciembre de 1988, autorizó “al Vicepresidente Ejecutivo para que prescindiendo de los trámites de licitación o subasta públicas venda directamente el 20% de

los Derechos de la Sociedad Chilena del Litio Ltda”. Justificaban esta medida basados en un acuerdo con Foote Mineral Company que databa de 1975¹⁴.

Así, en pleno proceso de licitaciones y concesiones de la década de 1980, quedó establecido el régimen de propiedad de la salmuera desde la cual el proceso de cristalización fraccionaria producida por la peculiar meteorología del desierto de Atacama, con alta radiación solar y veloces procesos de evaporación, se combinarían con la materialidad de pozas con grandes superficies adaptadas a la sismología de un territorio en constante movimiento geológico. No obstante, el litio, en el último cuarto del siglo XX, preparaba su entrada estelar en la escena del comercio mundial, que se produciría en las primeras décadas del siglo XXI.

2. Cosecha de radiación solar para la cosecha del litio

Todo el proceso tecnoinstitucional debía ser articulado de modo que las regulaciones, asuntos de propiedad y acceso a la salmuera para la explotación y extracción del elemento litio estuviera asegurado en las décadas siguientes. Sin embargo, todas las maniobras descansaban en la operatoria técnica que hiciera viable la rentabilidad del negocio.

A diferencia de la década de 1940, para la cosecha y exportación de magnesio y potasio (Arellano, 2018), en la década de 1970 no se han encontrado registros de alguna oposición al uso de la evaporación solar como medio técnico para la obtención de litio. Los aspectos técnicos en discusión que constituyeron las definiciones de viabilidad comercial de la explotación de sales podemos verlos no solo en el Salar de Atacama, sino también en otros sitios, como el Salar de Surire.

El Salar de Surire se encuentra ubicado en la actual comuna de Camarones (López y Garcés, 2006), anteriormente comuna de Codpa, Región de Arica y Parinacota. En 1978 se calculaba su superficie en 12.800 hectáreas, aunque en el siglo XXI se le dimensiona en 144 kilómetros cuadrados, es decir, con un aumento de 12,5%. Se ubica a 4.250 metros de altitud sobre el nivel del mar.

El informe de Empresa Minera de Aysén, fechado en Santiago de Chile el 24 de enero de 1978 se indica que “Antes de 1960 fue propiedad minera de la Cía. Bórax Consolidada, quienes

trabajaron extrayendo bórax, pero debido al bajo precio del producto en los mercados internacionales de aquel tiempo, debió paralizar sus labores y en consecuencia abandonó la propiedad minera sobre el Salar..." (Empresa Minera Aysén, 1978: 1).

Sin embargo, el 24 de septiembre de 1969 la Junta de Adelanto de Arica solicitó 600 pertenencias mineras de 50 hectáreas cada una en el Segundo Juzgado Civil de Letras de Arica, cubriendo la superficie total del Salar, por lo que se constituyó en legítimo propietario del yacimiento de bórax ubicado en el Salar de Surire. Durante esos años se elaboraron estudios que finalmente fueron entregados en septiembre de 1973. Aquellos estudios de factibilidad indicaron que era técnicamente posible la producción de ácido bórico en cantidades que oscilaban los 20.000 y 50.000 toneladas anuales, dependiendo de la comercialización como exportación de productos boratados, como elemento principal, pero los sondeos también habían identificado la existencia de litio, sales potásicas y otras sales.

Para esos efectos, el convenio entre la Junta de Adelantos y la Corfo estableció el 3 de agosto de 1971 que los estudios e inversiones serían considerados en el interés social de la futura sociedad explotadora a formarse en caso de ser positivo el resultado de las exploraciones. Esta experiencia, no obstante, llegó a su fin cuando el 25 de febrero de 1975 el gerente general de la Junta de Adelantos confirmó oficialmente que su corporación había perdido su derecho sobre las pertenencias mineras del Salar de Surire.

Ello se conectaría con el interés que a partir de 1974 sostuvo Rogelio Spadaro Binetti, quien solicitaba 600 pertenencias mineras en una superficie de 50 hectáreas identificando interés por bórax, caolín, azufre y diatomita. El fondo del asunto, aquí, era la disputa por propiedad entre la reclamación minera de Spadaro y la propiedad de Corfo por elementos metálicos. El mismo suelo y subsuelo era disputado para diferentes explotaciones. La conclusión del informe firmado por el ingeniero civil en minas Miguel García P. y el coordinador técnico de propiedades mineras Oscar Muñoz A., era que Corfo tendría el dominio absoluto el litio, magnesio, cesio, rubidio, bromo, plata y oro, además de estar abierta la posibilidad de obtener la concesión para explotar las sales potásicas.

El proceso de estudio tecnocientífico de la época (Corfo, 1978) consistió en la generación de muestras desde 5 puntos del Salar de Surire midiendo los gramos por litro de salmuera de 7 elementos diferentes. Se encontró así al menos un punto donde el potasio, el litio y el magnesio se encontraban en cantidad suficiente como para hacer atractivo el potencial de recuperación de dichos elementos.

El informe técnico indica que uno de los compuestos más deseables de producir es el K_2SO_4 , es decir, el sulfato de potasio. En el proceso de cálculo se corrigieron errores estadísticos y el litio fue asimilado al magnesio para efectos de las primeras etapas del procesamiento. Con todos estos pasos previos al cálculo luego se estableció que: "Sobre la base de la información proporcionada por Autenrieth (5) para 25 °C, las dos primeras etapas de procesamiento consistirán en la evaporación solar en pozas (...)" (Corfo, 1978: 4).

La constitución de este informe, de gran calidad técnica, queda de manifiesto en la nota número 5 que, aparentemente, cita el trabajo de H. Autenrieth (1955) publicado en una revista producida en Berlín, Alemania, y especializada en Potasa de sal de roca. El tópico del artículo era el procesamiento de la sal cruda de potasa.

Pero el listado bibliográfico del informe, de cuyo autor solo contamos sus iniciales MFS y podemos conjeturar se trataría de un/a Ingeniero/a Químico, constituyó su propuesta basado en 2 conglomerados de referencias: la información práctica local y la metódica tecnocientífica del norte global.

Así, encontramos que los datos locales fueron recabados de informes previos. El primero de Raúl Salas O., de 1972, titulado *Breve informe sobre el avance del estudio geológico en el Salar de Surire, Arica*, luego el *Informe de Recursos Minerales y situación jurídica del Salar de Surire*, bajo la responsabilidad de Orlando Oliveri D., de la Secretaría Regional Ministerial de Minería en Iquique, una comunicación personal en enero de 1978 con Patricio Trujillo del comité geotérmico y un memorándum enviado por el director provincial de Arica de Corfo al jefe del Departamento de Minería, fechado en junio de 1975.

Podríamos decir que la memoria de la organización perduró en los aspectos técnicos, en el transcurso de los tiempos políticos, conectado a

la producción de información de la Corfo desde el período de la Unidad Popular hasta los años de la dictadura cívico-militar. Esto, sin embargo, no es una sorpresa de gran magnitud no porque las materias de los procesos fisicoquímicos se quieran considerar apolíticos, sino exactamente por todo lo contrario: dichos procesos son uno de los tantos contenidos con los que los regímenes antagónicos encontraron vías de comunicación (Henríquez, 2014, Valenzuela, 2018)

Este corpus de conocimiento fue dispuesto en una interacción con el estado del arte en la investigación de las ciencias técnicas (Gouzevitch, 2019) pertinentes: la química industrial y la ingeniería química. Es por ello que son citados como referencias bibliográficas: Autenrieth; Faith, Keyes y Clark (1965) y Perry *et al.* (1963) con un resultado en el que se configura una propuesta de carácter productivo a nivel conceptual, es decir que en 1978 la apreciación de ingeniería era que el Salar de Surire podía ser un punto de cosecha de compuestos gracias a los elementos disponibles en la salmuera de ese lugar. La viabilidad técnica, posteriormente, debió encontrarse con la viabilidad económica que hizo factible la concreción del negocio del Litio ya no en Surire, sino en el Salar de Atacama, entre otros sitios, pero encontró otras sales que incorporar a los mercados.

Conclusiones: el futuro anterior del futuro esplendor

El examen de esta documentación ilustra con claridad los tiempos de los proyectos de inversión, cuyos procesos –que van desde la ingeniería conceptual hasta la ingeniería de detalles– pueden tomar años e incluso décadas, sin que ello implique que se despliegue una trayectoria lineal, continua y complementaria, sino más como manifestaciones del descarte o duración intermitente de los procesos tecnocientíficos (Basalla, 1988). Esto ocurre, además, en distintos regímenes políticos y marcos ideológicos.

Resulta relevante señalar en este punto que el proceso de estudio de explotación de las salmueras

para minerales industriales o minería no metálica realizado a lo largo de todo el siglo XX, en distinta magnitud pero con una progresión cada vez más intensiva, puede ser visto como la vía que desencadenó los cambios significativos a inicios del siglo XXI, en tanto entre el 2003 y 2012 se produjo un incremento de la capacidad productiva por ampliación de operaciones y el ingreso de nuevas compañías productoras. Los datos al respecto demuestran un crecimiento singular: “Por sus características este grupo de recursos explica el 99% de las exportaciones mineras no metálicas de Chile. Ellas han pasado de US\$ 550 millones registradas [sic] el año 2003 a US\$ 2.670 millones en el año 2012, es decir un crecimiento de 487% equivalente a una tasa anual de 19,2%” (Cochilco, 2013) ello analizando yodo, nitratos, potasio, litio, boratos y sal común en conjunto.

No obstante lo anterior, ese mismo informe de Cochilco erra al indicar respecto del litio que la “Sociedad Chilena del Litio (SCL): Es la compañía pionera en explotar el Salar de Atacama desde mediados de los ’80, para extraer Litio de las salmueras (...)”. Esta apreciación omite no solo la complejidad del proceso sino que invisibiliza la relevancia de Foote Mineral Company en la gestión de la investigación y desarrollo del proceso productivo desde la década de 1970. Más grave es que no hay una sola mención acerca de los conflictos socioambientales en las áreas de explotación, sosteniendo un tratamiento económico completamente segregado de los efectos ambientales de la industria, como si ello fuera posible. Desde la academia de la minería, esto se continúa replicando¹⁵.

Desde luego, las narrativas de la relación entre las técnicas y las sales de los desiertos de Atacama y Tarapacá deben seguir siendo revisitadas para estudiar los efectos de procesos industriales en los que la gobernanza ambiental no ha tenido cabida. Se debe destacar, también, que la participación de la energía solar en el proceso productivo es mayoritariamente omitida o simplemente desconocida.

Referencias Citadas

- Arellano-Escudero, Nelson
2015 *La ingeniería y el descarte artefactual de la desalación solar de agua: las industrias de Las Salinas, Sierra Gorda y Oficina Domeyko (1872-1907)*, Tesis para optar al grado de doctor, Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- Arellano-Escudero, Nelson
2018 "La energía solar industrial en el desierto de Atacama entre 1933 y 1952: investigación, desarrollo y sustentabilidad", *Estudios Atacameños* (57), 119-140.
- Babidge, S.
2019 "Sustaining ignorance: the uncertainties of groundwater and its extraction in the Salar de Atacama, northern Chile", *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 25 (1), 83-102.
- Basalla, George
1979 "Energy and civilization", *EPRI J. (United States)*, 4 (6), 20-25; este artículo fue la base de una segunda versión: Basalla, George (1982) "Some persistent energy myths", 27-38, in: George H. Daniels y Mark H. Rose (Editors), *Energy and transport: Historical perspectives on policy issues*. Vol. 52, Sage Publications.
- Basalla, George
1988 *The evolution of technology*. Cambridge University Press.
- Crabtree, G.; Kócs, E. y Trahey, L.
2015 "The energy-storage frontier: Lithium-ion batteries and beyond", *MRS Bulletin*, 40 (12), 1067-1078. doi: 10.1557/mrs.2015.259
- Díaz Arellano, P.; Jaque Castillo, E. y Ojeda, C. G.
2018 "Presión hídrica en ambientes lacustres de alta montaña: entre el cambio climático y el desarrollo energético. Laguna del Laja, Chile". *Diálogo Andino* (55), 143-158.
- Edgerton, David
2011 *Shock of the old: Technology and global history since 1900*, London, Profile books.
- Fernández Montt, R. y Arriaza Barriga, S.
2017 "Lecciones de los fracasos del modelo extractivista chileno", *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 11, 2, 39-49.
- Göbel, B.
2013 "La minería del litio en la Puna de Atacama: interdependencias transregionales y disputas locales", *Iberoamericana*, 13, 49, 135-149.
- Gouzévitch, D.
2019 "La Théorie et l'Histoire des Sciences Techniques, une direction de recherches développée en Russie dans les années 1970-2000", *Quaderns d'història de l'enginyeria*, 17, 151-172.
- Harvey, K.
2018 "Grappling with the Bomb: Britain's Pacific H-Bomb Tests", *Peace and Change*, 43 (3), 375-377.
- Henríquez, M. J.
2014 *Viva la verdadera amistad, Franco y Allende 1970-1973*, Santiago de Chile, Editorial Universitaria.
- Hughes, T. P.
1993 *Networks of power: electrification in Western society, 1880-1930*. JHU Press.
- Knoche, Walter
1916 "Gran evaporación en corto tiempo", *Revista Chilena de Historia y Geografía*, 24, 43-46.
- Lapp, R. E.
1956 "The 'Humanitarian' H-Bomb", *Bulletin of the Atomic Scientists*, 12 (7), 261-264.
- Lewis, S. L. y Maslin, M. A.
2015 Defining the anthropocene. *Nature*, 519 (7542), 171-180.
- Morton, T.
2013 *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*. New York, U of Minnesota Press.
- Smil, V.
2017 *Energy and Civilization: A History*, Cambridge, MIT Press.
- Ströbele-Gregor, J.
2012 "Litio en Bolivia: El plan gubernamental de producción e industrialización del litio, escenarios de conflictos sociales y ecológicos, y dimensiones de desigualdad social", *Working Paper Series*, 14.
- Scrosati, B. J.
2011 "Solid State", *Electrochem*, 15, 1623. <https://doi.org/10.1007/s10008-011-1386-8>
- Steffen, W.; Grinevald, J.; Crutzen, P. y McNeill, J.
2011 "The Anthropocene: conceptual and historical perspectives". *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369 (1938), 842-867.
- Steffen, W.; Broadgate, W.; Deutsch, L.; Gaffney, O. y Ludwig, C.
2015 "The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration". *The Anthropocene Review*, 2 (1), 81-98.
- Thomas, J. A.
2017 "Historia económica en el Antropoceno: cuatro modelos", *Desacatos*, 54, 28-39.
- Valenzuela, L.
2018 "Crafting authoritarian atmospheres under Pinochet's dictatorship", 87-107, in Brain, S., y Pál, V. (Eds.), *Environmentalism under Authoritarian Regimes*. London, Routledge.
- Whittingham, M. S.
2012 "History, Evolution, and Future Status of Energy Storage", *Proceedings of the IEEE*, 100, Special Centennial Issue, 1518-1534, doi: 10.1109/JPROC.2012.2190170
- Wilson, Greatbatch y Holmes, Curtis F.
1992 *The Lithium/Iodine Battery: A Historical Perspective*, 15, 11, 2034-2036 <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.1992.tb03016.x>.
- Yáñez Sáez, Osvaldo
2006 *Gestión de Conocimiento en SQM Salar*. Santiago, Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102834>
- Zen-Ichiro, Takehara y Kiyoshi Kanamura
1993 "Historical development of rechargeable lithium batteries in Japan", *Electrochimica Acta*, 38, 9, 1169-1177.

Fuentes

- AIME
2019 *American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers* (AIME). Recuperado de internet el viernes 1 de noviembre de 2019, <http://www.aimehq.org/programs/award/bio/philip-c-walsh-0>
- Autenrieth, H.
1955 "Neue, für die Kalirohsalzverarbeitung wichtige Untersuchungen am quinären, NaCl-gesättigten System der Salze ozeanischer Salzablagerungen", *Kali Steinsalz*, 1, 18-32.
- Cochilco
2013 *Monitoreo de los minerales industriales de Chile. Análisis de los recursos salinos 2013*. Informe elaborado por Vicente Pérez Vidal con la colaboración de Stefanie Schwarz en el capítulo Litio. Santiago de Chile, diciembre 2013.
- Choubey, P. K.; Kim, M. S.; Srivastava, R. R.; Lee, J. C. y Lee, J. Y.
2016 "Advance review on the exploitation of the prominent energy-storage element: Lithium. Part I: From mineral and brine resources". *Minerals Engineering*, 89, 119-137.
- Faith, F.W.; Keyes, D. B. y Clark, R.L.
1965 *Industrial Chemicals*. New York, John Wiley y Sons.
- Hirschmann, Julio
1973 "Experiencias con destilación solar en Chile", *Scientia*, 39, 144, 75-83.
- Marazuela, M. A.; Vázquez-Suñé, E.; Ayora, C. y García-Gil, A.
2020 "Towards more sustainable brine extraction in salt flats: Learning from the Salar de Atacama", *Science of The Total Environment*, 703, 135605, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135605.
- El Mercurio*
2006 Santiago de Chile, 22 de junio de 2006.
- La Tercera*
2013 Suplemento Colegio de Ingenieros, domingo 1º de septiembre.
- López Julián, P.L. y Garcés Millas, I.M.
2006 "Hidroquímica del salar de surire (Chile)", *Actas Vol. 2 Simposio Hidrogeología*, XI Congreso Geológico Chileno, 7 al 11 de agosto de 2006, Antofagasta.
- Perry, R. H.; Chilton, C. H. y Kirkpatrick, S. D.
1963 *Chemical engineers' handbook*, 4th Edition, New York, McGraw-Hill.

Documentos

- Comité de Sales Mixtas
1983 Vol. 41, ARNAD, 1978, julio 3-1983 agosto 2. "Proyecto Explotación de sales potásicas y ácido bórico en el Salar de Atacama".
- Comité de Sales Mixtas
1986 Carpeta "Gerencia de Normalización" (356) en Vol. 351 Sociedad Chilena del Litio, ARNAD, documento "Situación de participación Chilena del Litio S.A.", CORFO, 15 de enero de 1986, 3 páginas.
- Corfo
1978 Vol. 58 Sales, ARNAD, *Proyecto Salar de Surire*, Subgerencia de desarrollo Agrícola-Industrial Área Química. Iniciales de Responsabilidad MFS/mip, 10 de febrero de 1978.
- Corfo
1986 Vol. 25 Comisión Nacional de Energía, ARNAD, *Minuta situación participación de Corfo en la Sociedad Chilena de (sic) Litio Ltda.*, 15 de enero de 1986, iniciales de responsabilidad PPZ/mip, 3 páginas.
- Empresa Minera de Aysén
1978 Vol. 58 Sales, ARNAD, *Informe sobre situaciones presentadas para constituir propiedad minera en el Salar de Surire*, Santiago de Chile, 24 de enero de 1978.
- Espinosa, Carlos
1992 *El elemento metálico Litio, el Salar de Atacama y el proyecto energético mundial "ITER"*, documento de la charla del 27 de agosto de 1992 al Consejo Regional de Desarrollo de Antofagasta, autoedición. Archivo del autor.
- Sociedad Chilena del Litio
1990 Corfo, Fiscalía, 14.6, Res. Nº 10, Ref: S.C.L., de Fiscal a Sr. Gerente de Normalización, en Vol. 356, Sociedad Chilena del Litio 1987-1990. ARNAD.

Archivos

- ARNAD
Comisión Nacional de Energía, Vol. 19.
Comisión Nacional de Energía, Vol. 42.
Comisión Nacional de Energía, Vol. 25.
Comité Sales Mixtas, Vol. 41.
Sales, Vol. 54.
Sales Vol. 351. Sociedad Chilena del Litio, Vol. 58.
Sociedad Chilena del Litio 1987-1990, Vol. 356.

Notas

- ¹ Podría tratarse de Turides Solar Venegas. En los archivos de la Corte de Apelaciones Presidente Pedro Aguirre Cerda figura el expediente que señala jurisprudencia el 13 de noviembre de 1992 para el juicio de la Corfo con Solar Venegas, Turides. Si bien el juicio es por una deuda impaga, la materia del informe es acerca de la jurisdicción, la verdad judicial y la solución del conflicto, en: *Revista de derecho y jurisprudencia y gaceta de los tribunales*, Tomo LXXXIX, Número 3: septiembre-diciembre, 1992, 181-186.
- ² Archivo Nacional de Chile, Archivos de la Administración Pública, Fondo Corfo, Sales, Vol. 57-77, 128-129, 138.
- ³ *Revista Caliche*, vol. 1 y vol. 2 dan cuenta de obras que en 1918 y 1920 informaron de la presencia de litio entre las sales de nitrato en los desiertos de Atacama y Tarapacá.
- ⁴ Ver por ejemplo la tesis de Yáñez (2006). En apenas un párrafo el investigador recorre superficialmente el complejo proceso que se desataba en la década de 1970: "La historia del Salar de Atacama como un centro de extracción de minerales se remonta a fines de los 70, cuando

- Corfo junto con privados inició y promovió trabajos de exploración de su recurso hidrogeológico, estudiándose un proyecto para la producción de fertilizantes naturales y químicos industriales a partir de este yacimiento. Fue en 1994 que se inició la implementación industrial de este con la compra del proyecto por parte de SQM” (Yáñez, 2006: 8).
- ⁵ Entre los 30 vicepresidentes que tuvo Corfo entre 1939 y 2018, fue el vigésimo tercero en el período febrero de 1988 a marzo de 1990, ver: <https://www.corfo.cl/sites/cpp/nominavicepresidentes>. En su trayectoria posterior le vincula con la venta ilegal de armas a Croacia: Santiago de Chile, 22/06/06, *El Mercurio*: “Corte Marcial confirma procesamiento de ex director de Famae”.
- ⁶ De acuerdo con los datos del Consejo de Defensa del Estado, Ibarra participó en la Operación Monasterio, Causa Rol 134.660-4, para la que se calculó que: “El perjuicio sufrido por la Corfo al aceptar la dación en pago efectuada por la Sociedad Ganadera Monasterio Ltda. asciende a UF 128.293,61”.
- ⁷ García-Huidobro también fue vinculado a la Operación Monasterio, anteriormente indicada.
- ⁸ Esta organización al parecer sería el Instituto de Investigaciones Tecnológicas-Intec Chile, fundado en 1968 con propósitos de colaborar desde la Corfo en asuntos de diseño industrial.
- ⁹ Philip C., Walsh: *In recognition for his distinguished and extensive association with the mining industry both in North and South America for over forty years. AIME William Lawrence Saunders Gold Medal in 1992. Philip C. Walsh. a consultant. is the former Vice Chairman of St. Joe Minerals Corporation. In his 44 years of business experience Mr. Walsh has also been an executive with W R. Grace y Co., Cerro Corporation and Newmont Mining Corporation. Mr. Walsh received a B.A. in Geology in 1943 from Yale University (...)* (AIME, 2019).
- ¹⁰ Ebensperger, A.; Maxwell, P. y Moscoso, C. (2005). The lithium industry: its recent evolution and future prospects. *Resources Policy*, 30 (3), 218-231. Una imagen de Foote Mineral Company lithium carbonate plant, en North Carolina se puede apreciar en el link Science History Institute: <https://digital.sciencehistory.org/works/ww72bb98v>; Foote Mineral Company es la antecesora de la actual empresa Albemarle, recuperado de internet el 1 de noviembre de 2019: <https://www.albemarle.com/businesses/lithium/locations/north-america>. En la versión de Stefanie Schwarz: “Actualmente, esta compañía pertenece a Rockwood Lithium, subsidiaria de Rockwood Specialities Group, compañía química de EE.UU.” (Cochilco, 2013: 25).
- ¹¹ El 20 de enero de 2006 la dirección de aeronáutica civil renovó la resolución de funcionamiento del aeródromo privado “El Salar” en la comuna de San Pedro de Atacama, siendo representantes del propietario, Sociedad Chilena del Litio Limitada, Orlando Canales I. y Carlos Sáez G. Resolución Exenta 183, recuperada de internet el 2 de noviembre de 2019 en <https://www.dgac.gob.cl/transparencia/i4pdf/EISalar.pdf>; para la primera década de los 2000 Orlando Canales aparecía como Gerente de Finanzas de la S.C.L.
- ¹² Un certificado de operaciones internacionales del Banco del Estado indica que el 31 de marzo de ese año el valor del dólar de Estados Unidos era equivalente a Ch\$ 259.
- ¹³ En agosto de 2013 el Colegio de Ingenieros de Chile A. G. publicó la nómina de sus socios activos, entre los que se encuentra el nombre de Enrique Arteaga Llona (*La Tercera*, 2013).
- ¹⁴ Comunicación firmada por el secretario general de Corfo Alfonso García-Huidobro Ortúzar e ingresada en Oficina de Partes el 29 de diciembre de 1989, N° 1329.
- ¹⁵ Ver por ejemplo: Marazuela, M. A.; Vázquez-Suñé, E.; Ayora, C. y García-Gil, A. (2020). Towards more sustainable brine extraction in salt flats: Learning from the Salar de Atacama. *Science of The Total Environment*, 703, 135605. Aquí se provee un análisis para perfeccionar los procesos industriales sin al menos mencionar las controversias por corrupción y eventual daño ambiental en el área del Salar de Atacama.