

# Un presente sin futuro

## El proyecto de industrialización del litio en Bolivia



Ricardo Calla Ortega  
Juan Carlos Montenegro Bravo  
Yara Montenegro Pinto  
Pablo Poveda Ávila

**Coordinador:**  
Juan Carlos Guzmán Salinas

# **UN PRESENTE SIN FUTURO**

**EL PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN  
DEL LITIO EN BOLIVIA**



# UN PRESENTE SIN FUTURO

## EL PROYECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL LITIO EN BOLIVIA

Ricardo Calla Ortega  
Juan Carlos Montenegro Bravo  
Yara Montenegro Pinto  
Pablo Poveda Ávila

Coordinador:  
Juan Carlos Guzmán Salinas

Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario / Plataforma Energética: Ricardo Calla, Juan Carlos Montenegro Bravo, Yara Montenegro Pinto, Pablo Poveda Ávila. / Coordinación general: Juan Carlos Guzmán

Un presente sin futuro: El proyecto de industrialización del litio en Bolivia / Ricardo Calla, Juan Carlos Montenegro Bravo, Yara Montenegro Pinto, Pablo Poveda Ávila / CEDLA 2014.

La Paz: CEDLA, mayo de 2014, xiv; 174 p.

I. t.  
II. s.

#### **DESCRIPTORES TEMÁTICOS:**

<INDUSTRIALIZACIÓN> <LITIO> <ENERGÍA> <ENERGÍAS ALTERNATIVAS>  
<IMPACTOS AMBIENTALES> <RECURSOS EVAPORÍTICOS> <SISTEMA ENERGÉTICO> <CAL> <OFERTA Y DEMANDA> <PRODUCCIÓN> <BATERIAS DE ION LITIO><EXPORTACIÓN><TRANSPORTE> <AGUA> <SUELO>  
<INFRAESTRUCTURA> <REFINERÍAS> <ELECTRICIDAD> <COMBUSTIBLE FÓSILES> <PARTICIPACIÓN SOCIAL> <POBLACIÓN> <PROPIEDAD DE LA TIERRA> <TURISMO> <TURISMO><IMPACTO CULTURAL><IMPACTO SOCIAL>  
<MUNICIPIOS><TCO>RESIDUOS><INDUSTRIALIZACION DE POTASIO>

#### **DESCRIPTORES GEOGRÁFICOS:**

<BOLIVIA><POTOSÍ><SALAR DE UYUNI><REGIÓN DE LÍPEZ>

**2014, CEDLA**

**Primera edición, mayo de 2014**

**Depósito Legal:** .....  
**ISBN:** .....  
**Editor:** CEDLA  
Av. Jaimes Freyre No. 2940, Sopocachi  
Telfs. 2412429 - 2413175 - 2413223  
Fax: (591) (2) 2414625  
E-mail: cedla@cedla.org  
URL: www.cedla.org  
La Paz - Bolivia

**Coordinador general:** Juan Carlos Guzmán  
**Supervisión de edición:** CEDLA  
**Cuidado de edición:** Beatriz Cajías  
**Diseño y diagramación:** Alfredo Revollo Jaén  
**Fotografía de tapa:** .....  
**Impresión:** Imprenta OFAVIM

Impreso en Bolivia  
*Printed in Bolivia*

Esta publicación fue elaborada en el marco del proyecto Plataforma Energética y cuenta con el valioso apoyo de IBIS y el Principado del Gobierno de Asturias.

La Plataforma energética es un proyecto impulsado por el CEDLA como un espacio plural para promover el debate público sobre los temas fundamentales del sector energético. La opinión de los autores no implica, necesariamente, la posición y el enfoque institucional de la Plataforma Energética, del CEDLA o de los organismos internacionales que apoyan la presente publicación.

Ninguna parte del presente contenido, incluido el diseño de tapa, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna ni por ningún medio sin permiso previo del editor.

# ÍNDICE

<b>Presentación</b> .....	xiii
---------------------------	------

## **Introducción. Elementos para encarar el debate**

*Juan Carlos Guzmán Salinas*

¿Por qué el estudio?.....	3
La historia del proyecto de industrialización del Litio.....	3
El estado de situación del proyecto.....	5
Definiciones económicas del proyecto.....	9
Definiciones tecnológicas del proyecto.....	14
Epílogo.....	20
<b>Bibliografía</b> .....	21

## **Impactos de la producción industrial del carbonato de litio y del cloruro de potasio en el salar de Uyuni**

*Ricardo Calla Ortega*

Impactos y riesgos ambientales.....	25
Impactos culturales, sociales y económicos.....	41
<b>Bibliografía</b> .....	63

## **El proyecto estatal de industrialización del litio y potasio en Bolivia. Impactos previstos**

*Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo*

*Ing. Yara Montenegro Pinto*

Introducción.....	67
El carácter estratégico del salar de Uyuni.....	69

El mercado mundial del litio.....	73
El mercado mundial del potasio.....	78
El plan estatal de industrialización del litio y potasio en Bolivia.....	82
Orígenes del proyecto estatal de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia.....	83
La estrategia nacional de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia.....	84
La primera fase de la estrategia: Investigación y plantas piloto.....	87
La segunda fase de la estrategia: Producción industrial.....	90
La tercera fase: Producción de baterías de ión litio.....	91
Procesos tecnológicos aplicados.....	92
Impactos previstos.....	95
Impacto ambiental previsto.....	98
Residuos del proceso.....	101
Área de piscinas.....	101
Planta Piloto de KCl.....	104
Planta piloto de carbonato de litio.....	104
Agua.....	104
Suelo.....	106
Participación social en la gestión ambiental.....	108
Problemas institucionales con los que enfrenta el proyecto de industrialización del litio y potasio en Bolivia.....	109
<b>Bibliografía</b> .....	119

## **Impacto económico de la industrialización del litio del salar de Uyuni en la región**

*Pablo Poveda Ávila*

Introducción.....	125
La región.....	127
Población.....	127
Propiedad de la tierra.....	130
Dinámica económica de las poblaciones del entorno del salar de Uyuni.....	135
Proyecto de industrialización de litio.....	154
Posibles impactos.....	163
<b>Abreviaciones y siglas</b> .....	169
<b>Bibliografía</b> .....	171

# ÍNDICE DE CUADROS

## **El proyecto estatal de industrialización del litio y potasio en Bolivia. Impactos previstos**

*Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo*

*Ing. Yara Montenegro Pinto*

Cuadro 1	Consideraciones de volumen de la primera estimación de reservas del salar de Uyuni (ORSTOM).....	70
Cuadro 2	Reservas estimadas en el volumen de salmuera de 13 km <sup>3</sup> .....	70
Cuadro 3	Consideraciones de volumen de la nueva estimación de reservas del salar de Uyuni (GNRE-COMIBOL).....	72
Cuadro 4	Reservas estimadas en el volumen de salmuera de 185 km <sup>3</sup> (GNRE-COMIBOL).....	73
Cuadro 5	Capacidad de producción de derivados del litio por empresa.....	77
Cuadro 6	Producción y Reservas mundiales de potasio.....	82
Cuadro 7	Fases de la estrategia de industrialización.....	87
Cuadro 8	Actividades en gestión ambiental.....	100
Cuadro 9	Consumo de agua por mes.....	105
Cuadro 10	Consumo de agua en procesos por mes.....	105
Cuadro 11	Relación de superficies.....	107

## **Impacto económico de la industrialización del litio del salar de Uyuni en la región**

*Pablo Poveda Ávila*

Cuadro 1	Población y superficie de la región de influencia del Proyecto de Industrialización del Litio.....	127
Cuadro 2	Hogares y servicios básicos de la región (Censo 2001).....	130
Cuadro 3	Promedio de uso de la tierra en el municipio de Llica.....	132
Cuadro 4	Titulación de TCO en los municipios del entorno del salar de Uyuni.....	132

Cuadro 5	Sobreposición de TCO con concesiones mineras y de hidrocarburos.....	135
Cuadro 6	Tractores en municipios.....	137
Cuadro 7	Producción de quinua (en toneladas).....	138
Cuadro 8	Superficie cultivada de quinua (hectáreas).....	138
Cuadro 9	Estimación de ingresos por producción de quinua.....	138
Cuadro 10	Estimación de ingresos por producción de llamas.....	139
Cuadro 11	Estimación de ingresos provenientes de la inmigración temporal.....	141
Cuadro 12	Minerales en Colcha K.....	142
Cuadro 13	Recursos mineralógicos del municipio de Llica.....	143
Cuadro 14	Precios de los minerales que explota San Cristóbal.....	144
Cuadro 15	Producción para un año promedio con precios 2011.....	144
Cuadro 16	Estimación de regalías mineras pagadas por San Cristóbal.....	145
Cuadro 17	Detalle de concesiones mineras en el salar de Uyuni.....	147
Cuadro 18	Registro de comercialización de ulexita (ene-abr 2011).....	148
Cuadro 19	Volumen y valor de importaciones por la región oeste del salar de Uyuni.....	152
Cuadro 20	Demanda mundial de carbonato de litio (TM/ año).....	155
Cuadro 21	Reservas mundiales de litio (Toneladas métricas).....	157
Cuadro 22	Reservas estimadas de los principales minerales del salar de Uyuni (en millones de toneladas).....	157
Cuadro 23	Producción estimada de carbonato de litio (TM).....	158
Cuadro 24	Costo de inversiones para la producción de $\text{Li}_2\text{CO}_3$ y $\text{KCl}$ .....	162
Cuadro 25	Posibles impactos de la industrialización del litio en la región del salar de Uyuni (Estimación de ingresos anuales en dólares).....	164
Cuadro 26	Posibles impactos de la industrialización del litio en la región del salar de Uyuni (Estimación de empleo).....	165

# ÍNDICE DE GRÁFICOS

## **El proyecto estatal de industrialización del litio y potasio en Bolivia. Impactos previstos**

*Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo*

*Ing. Yara Montenegro Pinto*

Gráfico 1	Consumo futuro de carbonato de litio en toneladas métricas.....	74
Gráfico 2	Evolución del costo de una batería ión litio de 33 KW/h para vehículo eléctrico.....	75
Gráfico 3	Evolución del precio de carbonato de litio.....	76
Gráfico 4	Principales productores de carbonato de litio.....	76
Gráfico 5	Capacidad productiva y demanda mundial de carbonato de litio.....	78
Gráfico 6	Evolución del precio de cloruro de potasio.....	79
Gráfico 7	Principales productores de potasio.....	80
Gráfico 8	Principales consumidores de potasio.....	80
Gráfico 9	Proyección de empleo del proyecto de industrialización a cargo de la GNRE.....	96

## **Impacto económico de la industrialización del litio del salar de Uyuni en la región**

*Pablo Poveda Ávila*

Gráfico 1	Precio de la ulexita (\$us por tonelada).....	149
Gráfico 2	Registro de comercialización de ulexita 2005-2011.....	150
Gráfico 3	Usos de la sal.....	151
Gráfico 4	Consumo de litio en baterías (2011).....	156
Gráfico 5	Precios de carbonato de litio (dólares por tonelada métrica, \$us/TM).....	159

# ÍNDICE DE FIGURAS

## **El proyecto estatal de industrialización del litio y potasio en Bolivia. Impactos previstos**

*Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo*

*Ing. Yara Montenegro Pinto*

Figura 1	Salares del “triángulo del litio” y empresas.....	68
Figura 2	Cono inverso de 220 m de altura .....	72
Figura 3	Esquema del proceso de cristalización en el campo de los cloruros.....	94
Figura 4	Esquema del proceso en el campo de cloruros.....	102
Figura 5	Esquema del proceso en el campo de sulfatos.....	102

# ÍNDICE DE MAPAS

## **Impactos de la producción industrial del carbonato de litio y del cloruro de potasio en el salar de Uyuni**

*Ricardo Calla Ortega*

Mapa 1	Mapa preliminar de ayllus y comunidades rurales del departamento de Potosí (Fines del siglo XX).....	44
Mapa 2	Tierras altas - Tenencia de la tierra según saneamiento de la propiedad comunitaria o colectiva.....	49

## **Impacto económico de la industrialización del litio del salar de Uyuni en la región**

*Pablo Poveda Ávila*

Mapa 1	Salar de Uyuni y salar de Coipasa.....	126
Mapa 2	Ubicación geográfica del salar de Uyuni.....	128
Mapa 3	Mapa turístico “Gran tierra de los Lípez”.....	129
Mapa 4	Concentración de las reservas del Salar de Uyuni.....	146



## PRESENTACIÓN

Hacia el 2011, el consumo anual de energía en el mundo había superado 64.000 millones de barriles equivalentes de petróleo. De esta gigantesca cantidad de energía, casi una tercera parte se debió al consumo en el transporte particular y público de carga y de pasajeros, el cual se constituye en el principal consumo energético de los países desarrollados y del continente sudamericano.

Con este nivel de consumo, sin lugar a dudas, el transporte juega un papel fundamental en el deterioro ambiental global y, por tanto, su paso a sistemas tecnológicos que utilicen combustibles menos contaminantes constituye el principal desafío tecnológico y energético mundial.

Como se sabe, parte de la solución al problema es la sustitución de vehículos que funcionan con combustibles derivados del petróleo por otros cuya fuente de energía sea la electricidad almacenada en una batería. En esta alternativa el Litio juega un rol fundamental. Más importante aún, la información gubernamental nos dice que nuestro país cuenta con la mayor reserva de litio en el mundo y, dada la magnitud del problema, para muchos, su explotación brindarían al país una oportunidad económica excepcional.

No obstante el optimismo con el que se vio desde siempre un eventual proyecto de explotación de los recursos del Salar, la posibilidad efectiva de que una nueva explotación mineral en nuestro territorio pretenda constituirse en una respuesta de nivel mundial nos trae de retorno las mismas viejas preguntas: ¿Qué papel le cupo desempeñar a las Colonias —y entre ellas a Potosí— en el desarrollo del capitalismo como sistema económico mundial? Y, además de Potosí, ¿cuál ha sido el resultado local de la explotación de plata, estaño, petróleo, oro, zinc, gas natural u otro recurso natural?

En paralelo al resultado de la acumulación de riqueza en el centro imperial colonialista —después capitalista—, el estado económico, social y ambiental de Potosí y cientos de comunidades explotadas desde la Colonia nos muestran, inequívocamente, la imagen de las zonas sacrificadas por el derrotero invariable de alimentar el sistema desde la periferie.

La propuesta gubernamental, sin embargo, vino con otras definiciones: explotar las salmueras, convertirlas en sales de litio, materiales catódicos, producir baterías

y comercializarlas, otorgaría la posibilidad de superar nuestro retraso tecnológico, obtener excedentes extraordinarios para beneficio nacional y situar al país, en el contexto capitalista mundial, en una posición diferente a la histórica.

Con el objetivo de contribuir a la generación de un nuevo régimen de gestión de las industrias extractivas y energía por medio del debate de las organizaciones comunitarias, la opinión pública y otras instituciones de desarrollo en Bolivia, el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, en el marco de las investigaciones de la Plataforma Energética, presenta el resultado de tres estudios sobre los probables impactos del Proyecto de Industrialización del Litio en el Salar de Uyuni, realizados por Juan Carlos Montenegro, Ricardo Calla, Yara Montenegro y Pablo Poveda, profesionales reconocidos en nuestro medio y que realizaron una aproximación al proyecto desde diversos enfoques.

Los estudios, coordinados por el responsable técnico de la Plataforma Energética, Juan Carlos Guzmán, realizaron una aproximación a los posibles efectos e impactos económicos, políticos, sociales, culturales y medioambientales del desarrollo del Proyecto Minero del Litio para la región y, en particular, sobre la población de las comunidades locales. Los análisis e información que sustentan los tres documentos permitirán al lector configurar una idea completa sobre el estado, contenidos y potencialidades del proyecto, en el marco de la propuesta de industrialización del gobierno del MAS.

Javier Gómez Aguilar  
Director Ejecutivo  
CEDLA

# **INTRODUCCIÓN**

## **ELEMENTOS PARA ENCARAR EL DEBATE**

Juan Carlos Guzmán Salinas



## **¿Por qué el estudio?**

El documento presentado en esta oportunidad, iniciado en 2013, busca aproximarse a la problemática del litio para identificar los probables impactos del proyecto de industrialización a seis años de que el gobierno nacional dio inicio a las actividades para encararlo<sup>1</sup>.

Para ello, se ha invitado a tres profesionales bolivianos de reconocida trayectoria, quienes, desde distintos ámbitos de especialidad y conocimiento del proyecto de industrialización del litio y el contexto económico y cultural de la región, realizaron un análisis prospectivo de los potenciales impactos del proyecto, lo que nos ha permitido formar una opinión acerca de sus implicaciones sociales y culturales, la dimensión medioambiental del proyecto y la generación y distribución de excedentes.

Asimismo, el análisis nos permite entender la naturaleza y los contenidos de la propuesta de industrialización del gobierno, expresados en las definiciones conceptuales de la tecnología utilizada, los mecanismos utilizados para su selección y sus implicaciones económicas y ambientales, así como la posición del proyecto boliviano en el contexto internacional y las implicaciones de los mecanismos de distribución de los excedentes.

Finalmente, estos estudios nos han permitido tener una visión más clara acerca del estado de situación del proyecto y sus perspectivas; su estado de avance y las implicaciones de su gestión fuertemente centralizada.

Dado que la investigación ha sido abordada por profesionales de distinta especialidad, por supuesto, el lector encontrará visiones diferentes sobre una misma problemática. Por esta razón, la presente sección intenta sintetizar, desde la visión del CEDLA, un estado del debate sobre los contenidos de la propuesta de industrialización del litio.

## **La historia del proyecto de industrialización del Litio**

La historia del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni se remonta a las investigaciones sobre los recursos minerales de los salares del altiplano sur boliviano realizadas por el Departamento de Geociencias de

---

<sup>1</sup> En el marco de las investigaciones iniciales de la Plataforma Energética, se intentó, en 2010, realizar una primera aproximación al tema del litio como parte de la problemática general de la energía en Bolivia. Lamentablemente, la investigación de entonces debió ser suspendida por motivos ajenos al CEDLA.

la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y la Office de la Recherche Scientifique Technique Outre Mer (ORSTOM) (Nacif, 2012) y las realizadas por la Universidad Tomás Frías de Potosí (UATF), desde 1984, en coordinación con la Universidad de Freiberg de Alemania, "... que desde los años 60 desarrollaban trabajos sobre el origen, contenido y estructura de sales y salmueras del salar de Uyuni. ..." (*Ibidem*).

Posteriormente, el año 1985, durante el gobierno de la Unidad Democrática y Popular (UDP), se creó el Complejo Industrial de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni (CIRESU), empresa pública compuesta por entidades del gobierno central, organismos operativos gubernamentales, organizaciones cívicas y la UATF. Sus tareas y facultades se enmarcaban, en buena medida, en la promoción de un proyecto de exploración y explotación de las riquezas del salar en asociación del Estado con entidades privadas nacionales y/o internacionales.

En coherencia con la orientación política de las reformas neoliberales de 1985 —pasando por alto la institucionalidad lograda por el CIRESU—, el gobierno boliviano "... ofreció a la Lithco (...) una invitación directa para la explotación del salar de Uyuni..." (*Ibidem*). Esta invitación se coronó en un borrador de contrato, firmado por el gobierno de Jaime Paz Zamora, en 1989, que comprometía la explotación y exportación de concentrados de las salmueras del salar de Uyuni. Desnudado el contenido privatista de la reforma neoliberal y la vocación primaria exportadora-rentista de los gobiernos nacionales y algunas élites dirigentes regionales, luego de una larga etapa de tensiones entre el gobierno y las entidades regionales, en las que participaron notoriamente el Comité Cívico de Potosí y la UATF, el gobierno nacional desistió de firmar el contrato de explotación del salar.

Como se sabe, la historia no terminó ahí y una nueva licitación pública internacional culminó en un nuevo contrato, en 1992, cuya principal diferencia con el anterior era una mejor participación boliviana en la renta. La intervención parlamentaria, buscando modificaciones a la distribución de los excedentes, culminó, ya durante el gobierno de Sánchez de Lozada, en el desistimiento del contrato por parte de la Lithco.

Debe anotarse que, en términos de proyecto de industrialización de largo plazo, "...el fracaso del contrato con la norteamericana FMC (ex Lithco) fue leído por los diversos sectores dominantes de Bolivia, a lo largo del primer gobierno de Gonzalo Sánchez de Lozada (1993-1997), como expresión del atraso cultural que históricamente caracterizó a la nación desde los tiempos de la Colonia, y como la pérdida de una oportunidad histórica para el anhelado desarrollo económico de Bolivia que, a partir del ingreso de inversiones extranjeras y la consiguiente transferencia de tecnología de punta, habría podido insertarse en un mercado mundial por el que debía competir con los países vecinos..." (*Ibidem*).

Posteriormente, en 1998, la declaratoria de reserva fiscal de 1985 fue drásticamente reducida con la Ley 1854, conocida como Ley Valda, que redujo la zona de reserva fiscal a 1.344.000 hectáreas, lo que permitió a particulares adjudicarse 77.025 hectáreas en la cuenca del Río Grande (Poveda, 2013).

Finalmente, durante el año 2007, la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Sudoeste Potosino (FRUTCAS) presentó al gobierno del MAS una propuesta de industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni a cargo del Estado, sin la participación de empresas transnacionales, la que fue asumida como política de estado mediante la Ley 3720, de 31 de julio de 2007 (Montenegro, 2013).

La promulgación del DS 29496, el 1 de abril de 2008, que declara prioridad nacional la explotación de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, instruyó la creación de un ente ejecutor, dependiente de la COMIBOL, encargado de las tareas de exploración, explotación, industrialización y comercialización de los productos derivados de las salmueras, y asignó, al mismo tiempo, un presupuesto inicial de US\$ 5.700.000 para la ejecución de un proyecto piloto.

La Resolución de Directorio de la COMIBOL No 380 1/2008, de abril de 2008, aprobó el proyecto de una planta piloto y creó la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia, entidad que posteriormente, en 2010, se convertiría en la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) (*Ibidem*).

Según Nacif, "... a mediados de mayo de 2008, se inauguró la construcción del proyecto piloto en Llipi Llipi, anunciando la producción de 40 toneladas métricas/mes de carbonato de litio, 80 toneladas métricas/mes de sulfato de potasio y 70 toneladas métricas/mes de cloruro de potasio, en el transcurso de 18 meses...".

Posteriormente la GNRE presentó, el 21 de octubre de 2010, la Estrategia Nacional de industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, para la extracción, la industrialización y la comercialización del litio, potasio, materiales catódicos y baterías eléctricas de ion litio, estrategia que debe ser ejecutada únicamente bajo conducción nacional y que prevé la participación económica de las empresas privadas únicamente para la tercera, y última, fase, es decir, la producción de baterías y materiales catódicos. (Ströbele, 2012).

Por su inversión cercana a los mil millones de dólares, el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, bajo la dirección de la GNRE, se constituye en el más importante proyecto de la Corporación Minera de Bolivia en la actualidad (Montenegro, 2013).

## **El estado de situación del proyecto**

### ***Producción de sales***

La estrategia de implementación del proyecto contempla tres fases: i) la primera tenía el propósito de alcanzar, hasta finales de 2011, la producción de 40 toneladas mensuales de carbonato de litio y 1.000 toneladas mensuales de cloruro de potasio en dos plantas piloto; ii) la segunda fase debía lograr el diseño y construcción de las plantas industriales para estos mismos compuestos, a partir del año 2016, bajo la conducción, la administración, el financiamiento, la operación y la comercialización a cargo del Estado boliviano y, finalmente; iii) una tercera fase para la producción de materiales catódicos y baterías de litio (*Ibidem*).

A seis años de iniciado el proyecto, ¿qué se ha logrado en la planta de química básica?

Hasta agosto de 2013, las dos plantas piloto de la GNRE continúan su trabajo de optimización de procesos. Según el Gerente General de la GNRE, Ing. Luis Alberto Echazú, la planta piloto de cloruro de potasio estaría produciendo un promedio de 200 t/mes y la de carbonato de litio entre 2 a 3 TM/mes, teniendo un acumulado de 10 toneladas de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  con un grado de pureza, según la misma fuente, de entre 96 y 99% (*Ibidem*).

En efecto, según el informe de “Evaluación de la Economía Boliviana”, realizado por el Ministro de Economía y Finanzas Públicas, el 8 de enero de 2014, “... a mayo de 2013, se produjeron 250 TM de cloruro de potasio que ya fueron vendidas a través de una puja abierta y, hasta julio de 2013, se tenían acumuladas 10 TM de carbonato de litio con una ley superior al 96%; esta producción será vendida a través de una puja abierta...” (Arce Catacora, 2014).

Sin embargo, la información sobre la producción no pareciera estar del todo clara, pues el informe presidencial hacia el final de la gestión 2013 mencionaba que el proyecto habría logrado una producción de 9 t de carbonato de litio producidas por la planta piloto ubicada en el salar de Uyuni y los reportes de prensa de marzo de 2014 dan cuenta de que “...el proyecto habría logrado producir un total aproximado de 10 toneladas de carbonato de litio...”<sup>2</sup> y se han logrado dos ventas de 250 toneladas de cloruro de potasio, cada una. La GNRE ha manifestado que la pureza del carbonato supera el 90% y, en el caso del cloruro de potasio, ésta se encontraría por encima del 60%, aunque la información es discordante.

Si bien la información proporcionada por el principal responsable del proyecto da cuenta de una producción experimental de un elevado grado de pureza, las informaciones entre agosto de 2013 y marzo de 2014 sobre la cantidad producida nos llevan a pensar que el proyecto habría sufrido algún contratiempo y su producción de sales, desde julio de 2013, se habría estancado en 10 t.

### ***Producción de baterías***

Con las actividades, convenios e instalaciones experimentales para la producción de baterías, la GNRE habría empezado a ejecutar, en 2012, la tercera fase del proyecto en forma paralela a la primera fase, aún no concluida, y la segunda fase, en inicios de su implementación.

En efecto, a decir de Montenegro, la GNRE-COMIBOL habría firmado un contrato de riesgo compartido con el consorcio surcoreano Kores-Posco con el objeto construir e instalar en Bolivia una planta piloto para producir materiales catódicos con una inversión conjunta de 1,5 millones de dólares. Adicionalmente, la GNRE desplegó otra estrategia y, en abril de 2012, concretó un contrato con la empresa china Linyi Dake Trade Co. Ltd. para la compra “llave en mano” de una planta piloto de baterías

<sup>2</sup> <http://www.paginasiete.bo/2014/3/6/fecha-desarrollo-litio-costo-1216-millones-15542.html> 06/03/2014 | Lidia Mamani / La Paz.

con base en litio por el monto de 2,7 millones de dólares, en La Palca, Potosí. Como se sabe, esta última planta logró el ensamble de sus primeros productos en febrero de 2014, productos cuyos materiales, inicialmente, son importados en su totalidad<sup>3</sup>.

Según Montenegro, se prevé que la planta piloto de materiales catódicos —que tendría la finalidad de establecer la factibilidad para avanzar o no en la instalación de una planta industrial en Bolivia no sólo de materiales de cátodos, sino también de baterías— entre en operaciones también el presente año, aunque los compromisos tendrían retraso debido a que el segundo contrato de crédito con el Banco Central de Bolivia (BCB), gestionado desde agosto de 2012, llevaría casi doce meses de espera para la firma y desembolso.

En síntesis, a la fecha de redacción del presente artículo, el proyecto tiene en operación una planta piloto y experimental de producción de baterías de litio, en el marco de la ejecución de la tercera fase, en la que se están capacitando varios técnicos bolivianos. Nuestra investigación no ha buscado acceder a los estudios de factibilidad de esta planta y averiguar las potencialidades económicas y/o formativas de la misma y los mecanismos institucionales públicos que se hubieren seguido para escoger a los capacitandos. No obstante ello, por principio, consideramos que la planta experimental de La Palca podría jugar, a futuro, un rol crucial en la formación de nuevos profesionales.

Dado que la construcción y puesta en marcha de esta planta es producto de la implementación, en paralelo, de la tercera fase de la estrategia y no es consecuencia directa de los resultados de las fases precedentes, su papel fundamental es la preparación de los técnicos para el desarrollo pleno de la tercera fase. Debe anotarse, sin embargo, que el retraso en la ejecución de las fases precedentes pone en riesgo el carácter integral de su implementación y se corre el riesgo de convertir este resultado en un experimento de capacitación aislado y carente de sostenibilidad.

### ***El cumplimiento del cronograma***

Aunque el cronograma de ejecución no ha sido, precisamente, objeto de estudio de la investigación realizada por el CEDLA, vamos a referirnos a éste solamente con la finalidad de identificar, a través de su estado de ejecución, señales concretas que afecten a la globalidad del proyecto.

Una referencia ineludible sobre el estado de ejecución la encontramos en noviembre de 2011, cuando el Vicepresidente del Estado declaraba que: “...de la misma manera, el siguiente año deberíamos tener capacidad de exportar carbonato de litio en pequeña escala, pues la gigantesca planta piloto semi-industrial ya está en funcionamiento, y tendría que darnos, los primeros meses, potasio, litio en pequeñas cantidades, para exportar, y luego se debe comenzar a invertir —ya estamos empeñando a hacerlo— en la planta de baterías...”<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> La Razón (La Paz)/24 de febrero de 2014 [http://www.la-razon.com/economia/Mercado-Planta-Piloto- Baterias\\_Ion\\_Liti...](http://www.la-razon.com/economia/Mercado-Planta-Piloto- Baterias_Ion_Liti...) Jimena Paredes

<sup>4</sup> Entrevista al Vicepresidente del Estado Plurinacional, ciudadano Álvaro García Linera. Programa “El Pueblo es Noticia”, Bolivia TV - Red Patria Nueva 27 de noviembre de 2011.

De acuerdo a la declaración de la segunda autoridad del Estado, en noviembre de 2011, la producción piloto, en el orden de 40 t/mes para el carbonato de litio, y las primeras exportaciones debieran haber ocurrido en los primeros meses de 2012.

Según Montenegro, sin embargo, luego de la presentación de la estrategia de industrialización en octubre de 2010, la firma del contrato de crédito tuvo varios meses de demora, de manera que el proyecto habría contado con los recursos recién en noviembre de 2011. Por esta razón, el cronograma habría experimentado su primera importante alteración.

Si bien en el caso de la pequeña planta piloto de ensamble de baterías las cosas habrían funcionado según fue planificado, es decir, a febrero de 2014, dicha planta ya está en operación; debemos recordar que su producción está basada en materiales importados pues, como dijimos líneas arriba, los reportes de prensa dan cuenta que la producción experimental de litio entre junio de 2013 y marzo de 2014 no habría superado las 10 t, dando cuenta de problemas en la producción de sales cuya primera manifestación es un retraso en la producción experimental de, al menos, dos años.

Si tomamos en cuenta que la producción industrial de cloruro de potasio y carbonato de litio debió iniciarse en 2013 y 2014, respectivamente, y que “...en julio del año pasado (2013), la COMIBOL anunció la postergación de la industrialización del litio para el último trimestre de 2016, debido a la falta de recursos humanos, tecnología y mercados...”<sup>5</sup>, el proyecto de industrialización de sales de litio y potasio tendría un retraso de al menos tres años.

En síntesis, es indudable que el proyecto de industrialización de sales de litio y de potasio tiene un marcado retraso y eso se constata por declaraciones de las principales autoridades del país; el tema de fondo, sin embargo, son las causas de tal retraso y éstas parecen concentrarse en la tecnología para la producción de carbonato de litio.

### ***Financiamiento del proyecto***

La estrategia de implementación del proyecto demandaba, en sus tres fases, alrededor de 901 millones de dólares: i) la primera, cuya inversión ronda los 16 millones de dólares; ii) la segunda fase tiene planeada una inversión de 485 millones de dólares y, finalmente; iii) una tercera fase que demandaría aproximadamente 400 millones de dólares de inversión.

A marzo de 2014, la inversión total habría llegado a 121,6 millones de dólares, que se destinaron a las plantas piloto de producción de sales de litio y potasio (18,9 MUS\$), a la fase industrial de sales (96,8 MUS\$), al proyecto de baterías de litio de la fase 3 (4,3 MUS\$) y al proyecto del salar de Coipasa (1,6 MUS\$)<sup>6</sup>. A este total debe sumarse un monto de algo más de 237 millones de bolivianos, con destino al Proyecto de Implementación del Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje de la Planta de La Palca, localizada en las afueras de la Villa Imperial, en el departamento de

<sup>5</sup> <http://www.bolpress.com>. 18/02/14.

<sup>6</sup> <http://www.paginasiete.bo/2014/3/6/fecha-desarrollo-litio-costo-1216-millones-15542.html> 06/03/2014 | Lidia Mamani / La Paz.

Potosí<sup>7</sup>. Según los investigadores, la totalidad del financiamiento proviene del Banco Central de Bolivia (BCB) a través de contratos con la Corporación Minera de Bolivia.

Independientemente de los retrasos del proyecto y las aparentes dificultades para consolidar la producción piloto de sales de litio, todo parece indicar —lo muestra el último contrato— que el proyecto no tendría dificultades en el financiamiento. Debe anotarse, en cualquier caso, que nuestra investigación no buscó evaluar los instrumentos y procedimientos que el BCB estaría utilizando para controlar la calidad y eficacia con la que se está ejecutando el proyecto. De hecho, nuestra presunción inicial fue que el BCB estaría aplicando, al menos, los instrumentos que cualquier entidad financiera le exigiría a cualquier prestatario portador de un proyecto productivo, más aún si se trata de recursos públicos, y que cualquier dificultad de calidad y eficiencia debiera ser resorte del BCB y la Contraloría General del Estado.

## **Definiciones económicas del proyecto**

### ***El carácter estatal del proyecto***

Como se dijo en párrafos anteriores, el gobierno nacional asumió, en el año 2008, la decisión de llevar a cabo la explotación y la transformación de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni a cargo de la GNRE y sin la participación de empresas transnacionales, a pesar del intenso lobby realizado por éstas (Montenegro, 2013).

Según la estrategia preparada por esta repartición, la participación de empresas internacionales se reduciría a la provisión de tecnología de punta necesaria en la etapa de fabricación de baterías de litio.

Esta definición de política, según Montenegro, obedecería a tres factores: i) los resultados favorables alcanzados por los trabajos de investigación iniciados en 2009, que permitieron desarrollar un proceso específico a la naturaleza de la salmuera del salar de Uyuni; ii) la disponibilidad de recursos económicos del Estado, provenientes de las reservas internacionales y, iii) la necesidad de que en todas las instancias ministeriales del gobierno de Morales se adopte una sola línea claramente identificada con el carácter 100% estatal del proyecto a cargo de la GNRE y disminuir así la vulnerabilidad de algunas reparticiones gubernamentales al lobby internacional (*Ibidem*).

Por sus implicaciones en el contenido político de la propuesta de industrialización del gobierno, es necesario prestar atención a los factores enunciados y que el lector podrá revisar en los siguientes capítulos: i) La desaparición de las demandas sociales, en este caso, la de la FRUTCAS, como las portadoras de un proyecto de corte enteramente estatal, frente a la “necesidad” de optar por la vía estatal en razón de que las instituciones del mismo gobierno del MAS serían vulnerables al lobby internacional, y ii) la seguridad de que el proyecto, en 2009, contaba con las condiciones objetivas para su realización, es decir, recursos económicos y tecnología, recordando siempre

---

<sup>7</sup> [http://www.eldiario.net/noticias/2014/2014\\_02/nt140228/economia.php?n=11](http://www.eldiario.net/noticias/2014/2014_02/nt140228/economia.php?n=11). El Diario (La Paz)/28 de febrero de 2014.

que, detrás de estas condiciones objetivas, se encuentran comprometidos más de 900 millones de dólares de propiedad nacional colectiva.

### ***La reproducción del modelo estatal centralista***

El DS 29496, de 1 de abril de 2008, instruyó la creación de un ente ejecutor de la exploración, la explotación, la industrialización y la comercialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, actividades declaradas como de prioridad nacional. Además, estableció que esta entidad debía crearse en el seno de la COMIBOL. En consecuencia, el 3 de abril del mismo año, mediante la Resolución de Directorio de COMIBOL N° 3801/2008, se creó la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos (DNRE), que posteriormente, en el año 2010, fue elevada al rango de Gerencia. De esta manera y hasta la fecha, la GNRE depende y es parte de la estructura organizacional de la COMIBOL.

Es de suponer, sin embargo, que las autoridades de la GNRE trabajaron para lograr un entidad con mayores grados de autonomía. A decir de Montenegro, cabría analizar en qué medida afecta a la GNRE su dependencia y pertenencia al interior de la COMIBOL, ya que la implementación de un proyecto que involucra investigación aplicada, construcción civil y pilotaje, requiere de un sistema eficaz de programación, ejecución y evaluación si, al menos, aspira a lograr las metas trazadas en su estrategia. La gestión se verá aun más afectada si debe superar barreras administrativas no sólo al interior de COMIBOL, sino también de las instancias del Ministerio de Minería y Metalurgia, del Ministerio de Economía y Finanzas y del mismo Banco Central de Bolivia (*Ibidem*).

La propuesta de solución a esta problemática que, según Montenegro, habría sido visualizada ya en 2010, se expresaría, en marzo de 2012, con la promulgación del DS 444, con el cual el gobierno nacional creaba la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos (EBRE) como entidad descentralizada de la COMIBOL, con todas las atribuciones de una empresa autárquica responsable íntegramente de llevar adelante el proceso de industrialización de los recursos evaporíticos de los salares bolivianos.

La EBRE tendría la obligación de desarrollar el proyecto de química básica con participación totalmente estatal, mientras que los procesos posteriores de industrialización los podría realizar mediante contratos de asociación con empresas privadas nacionales o extranjeras, manteniendo la participación mayoritaria del Estado (*Ibidem*).

El DS 444 debió ser abrogado y la creación de la EBRE abortada, debido a las movilizaciones encabezadas por el Comité Cívico de Potosí, que lo consideraba contrario a lo dispuesto en la Constitución Política del Estado que establece que la sede de las empresas públicas estratégicas debe establecerse en el lugar donde se explota el recurso<sup>8</sup>. Se extrae de la lectura del documento de Montenegro que dicho decreto habría llegado a constituir la propuesta del gobierno sobre la forma jurídica e institucional para la industrialización del litio, diseño que se encuentra postergado hasta

<sup>8</sup> Art. 372. NPE. Versión oficial aprobada por la Asamblea Constituyente - 2007 y compatibilizada en el Honorable Congreso Nacional - 2008. [www.Repac.org.bo](http://www.Repac.org.bo)

la aprobación de una nueva Ley de Minería debido, principalmente, a las “estrechas visiones regionalistas” (*Ibidem*) de las instituciones de Potosí.

Desde la institucionalidad regional, sin embargo, la “estrecha visión regionalista” observada por Montenegro es vista de otra forma. Luego de que el Comité Cívico de Potosí y la UATF “... lucharon para recuperar los recursos de la privatización que quería imponer el gobierno central (neoliberal) de 1991 (...), la propuesta del MAS es nuevamente centralista y violatoria de la Constitución...”<sup>9</sup>. Esta percepción, en un Estado que constitucionalmente busca instaurar un régimen de autonomías regionales, se exagera aún más cuando los esfuerzos de la UATF por desarrollar métodos tecnológicos alternativos para el tratamiento de las salmueras son considerados una expresión de los “...reclamos regionalistas, (que) consiste en la emergencia de proyectos tecnológicos alternativos a partir de acuerdos entre universidades regionales y organismos científicos de países expresamente interesados en la provisión de carbonato de litio” (Nacif, 2012: 14), obviando que la investigación de la UATF sobre los recursos del litio datan de más de 50 años.

En síntesis, a seis años del DS 29496, de abril de 2008, que prioriza la explotación de los recursos evaporíticos e instruye la creación de una entidad estatal encargada de llevar adelante el proyecto estratégico, la propuesta estatal en el marco de la nueva Constitución aún no se ha cristalizado y sigue siendo dependiente de la decisión de instituciones cuya gestión no responde, precisamente, a la gestión pública descentralizada.

### ***El excedente del proyecto y su impacto en la región***

En el país, se han tejido muchas expectativas acerca del potencial económico de la industrialización del litio del salar de Uyuni y su importancia para resolver a corto plazo los grandes problemas económicos de Bolivia. Una pregunta recurrente entre los usuarios de la Plataforma Energética ha sido: ¿cuál podría ser el potencial económico del proyecto nacional según ha sido diseñado por la GNRE?

### ***Generación de excedentes***

A decir de Juliana Ströbele, “... la histórica vocación extractivista en la población boliviana, especialmente potosina, cifra sus esperanzas en los potenciales ingresos de la explotación del litio, ya sea por las inversiones en la ampliación de la infraestructura de transportes, energía y comunicaciones, como por la esperada inversión pública regional a partir de los recursos del excedente de esta explotación; (...) las autoridades y habitantes de Uyuni esperan que su pequeña ciudad se convertirá en una metrópoli conectada al mundo y que incrementa su oferta de servicios proporcionando mayores posibilidades de empleo...” (Ströbele, 2012).

Al respecto, las cifras aproximadas por Montenegro y Poveda rondan por el mismo orden de magnitud y nos muestran que la venta de 30.000 t/año de carbonato de litio y 700.000 t/año de cloruro de potasio podría suponer un ingreso bruto del orden de 430 millones de dólares por año. Los cálculos nos dicen que la mayor parte,

<sup>9</sup> Entrevista al Presidente del COMCIPO, 2013.

280 millones de dólares, correspondería a la venta del cloruro de potasio y sólo 150 millones al carbonato de litio. Esta potencial venta, según Montenegro, representaría el 11% de las exportaciones mineras de la actualidad.

El excedente de la producción, que se obtiene de quitar al ingreso total los costos de producción, alcanzaría una cifra del orden de 200 millones de dólares por año, cifra por demás importante, pero que, en rigor de verdad, es menor a los excedentes que el Estado percibe de la minería y mucho menor a los obtenidos del gas natural (Montenegro, 2013).

Sin embargo, la magnitud del excedente proyectado y que percibiría el Estado se debe al carácter estatal del proyecto, y esto es importante, pues bajo cualquier alternativa privada del proyecto el Estado no captaría un excedente de tal magnitud. Pero es también importante recordar que, cuanto más altos sean los costos de producción, por ineficiencia e ineficacia de los procesos tecnológicos seleccionados, menor será el excedente percibido por el Estado. En el caso extremo, de que el producto boliviano pierda competitividad en el mercado internacional, el excedente proyectado se podría reducir al mínimo y la gigantesca inversión se habrá convertido para el país en un ineficaz y altísimo costo.

### ***Distribución del excedente***

Un tema que define la identidad de un proyecto estatal es la forma de distribuir el excedente de la producción. Dado que el proyecto de Ley de Minería aún no contiene un capítulo dedicado al tema impositivo, no existiría aún, oficialmente, una forma de distribución de los excedentes de la producción del proyecto.

Sin embargo, es necesario referirse a la propuesta de distribución que, a decir de Montenegro, fue parte antecedente de la promulgación del fallido DS 444. Según esta propuesta, que podría entenderse como la propuesta de distribución de la GNRE, el excedente se distribuiría a partir del sexto año de producción, cuando el proyecto hubiere alcanzado un punto de equilibrio financiero, y se distribuiría en las siguientes proporciones: el 45% estaría destinado a las instancias gubernamentales de la región productora (gubernaciones y gobiernos municipales), 30% para el TGN y la COMIBOL, 23% se destinaría a reinversiones de la misma GNRE y 2% a un centro de investigación para la industrialización de estos recursos (Poveda, 2013)<sup>10</sup>.

Esta propuesta no supone un gran avance cualitativo respecto a la propuesta de gestión descentralizada de la reforma liberal y, por las definiciones de gestión de la misma GNRE, supondría una distribución mayoritariamente favorable a los mecanismos de decisión de la gestión centralizada, pues es poco probable que las regiones, en tanto gobiernos regionales, universidades, organizaciones cívicas o indígenas, tengan algún poder de decisión sobre el TGN, la COMIBOL, la GNRE y el centro de investigación proyectado.

---

<sup>10</sup> Debe hacerse notar que entre la investigación de campo realizada por Poveda y la impresión del presente documento la propuesta de distribución ha cambiado. La última versión de Ley Minera establece que las utilidades de una filial de COMIBOL se destinarán a reinversiones y transferencias a COMIBOL. Los recursos transferidos a las regiones serán las regalías, que en el caso de industrialización interna alcanza a 60% de la alícuota.

Si bien la propuesta cumple con las definiciones constitucionales de beneficiar con el excedente de los recursos naturales al pueblo boliviano, ignora que la misma Constitución prioriza la asignación de recursos a los territorios y pueblos indígenas originario campesinos donde se exploten los recursos<sup>11</sup>.

En efecto, la propuesta de distribución, en sincronía con el contenido de la propuesta de Ley de Minería, ignora las prelación que los pueblos indígenas de la región (Lípez y Killakas) podrían tener sobre los recursos del salar, a pesar que accedieron tradicionalmente a los productos de éste, tanto que su misma identidad étnica está asociada a su ancestral explotación. Los recursos que serían destinados a los gobiernos municipales de la región se sujetarían, muy probablemente, a las definiciones de “desarrollo” vigentes en la gestión pública descentralizada por la reforma liberal de 1994 y a las que deberán subordinarse los “proyectos” de uso del excedente que presenten las diversas organizaciones territoriales de la región. En este marco, es claro que las comunidades, en tanto organizaciones territoriales de los pueblos indígenas, no podrán definir autónomamente las formas de utilización del excedente del que fuera, tradicionalmente, uno de sus principales medios de vida.

### ***Impacto económico***

¿Cuál será el impacto económico del proyecto en la economía de las comunidades de la región? Ha sido otra preocupación central en la investigación de campo.

El Análisis realizado por Pablo Poveda nos muestra que la economía de las comunidades de la región ha estado, desde siempre, ligada a la producción agrícola de la quinua, apoyada por la cría de ganado camélido, y su transformación artesanal tradicional en alimentos y tejidos. Sin embargo, el cambio de orientación de la producción de quinua, del autoconsumo hacia el mercado, ha demandado cambios tecnológicos en la producción y en los canales de comercialización de productos e incrementado los ingresos monetarios de las familias de la región.

La economía tradicional estuvo también ligada a la explotación y procesamiento de sal, para abastecer el mercado nacional urbano y como valor de intercambio con las comunidades de los valles interandinos del Sur de Bolivia. Actualmente, la producción, a través de cooperativas que pagan un arrendamiento al CIRESU, está destinada al mercado nacional y ha reemplazado, en gran medida, el intercambio tradicional.

El alto potencial minero de la región, por su parte, también tiene un impacto muy importante en la economía de las comunidades, ya sea por los empleos que genera localmente como por la distribución y uso de regalías por parte de los gobiernos locales.

Por último, dado que la región es el principal atractivo turístico del país, la actividad se ha convertido en una alternativa complementaria importante para muchas familias de la región.

---

<sup>11</sup> Constitución Política del Estado, Artículo 353.

En suma, Poveda estima que el ingreso total de los cinco municipios que circundan al salar de Uyuni es del orden de 170 millones de dólares por año, de los cuales un 61% corresponde a los ingresos familiares por la producción y comercialización de quinua, 23% a los ingresos por salarios y regalías de la minería y 14% por migraciones y turismo.

La aproximación realizada por este investigador nos muestra que, en un escenario de plena producción de las plantas piloto e industriales del proyecto, la región vería incrementados sus ingresos en un 62% y la riqueza generada por las plantas de litio (salarios, utilidades e impuestos) sería comparable con el ingreso agrícola actual. Debe anotarse, sin embargo, que, en este hipotético escenario, casi el 60% de los nuevos ingresos serían posibles si los mecanismos de distribución respondiesen a la propuesta de creación de la EBRE, en la que la región accede de manera directa a una porción de los excedentes de la producción, y que su participación no se reduzca a la percepción de regalías, como ocurre en la actual distribución de excedentes mineros. En cualquier caso, casi el 40% de los nuevos ingresos podrían provenir de los salarios y servicios locales del proyecto y éste constituiría el principal impacto económico del proyecto en la región.

En síntesis, el potencial impacto del proyecto en la economía de la región, que podría ser muy importante, no será conocido a cabalidad hasta que los mecanismos de distribución del excedente sean definidos oficialmente. Estando aún sin resolución el tema de distribución del excedente de la producción, a seis años de iniciado el proyecto, es probable que las tensiones entre la GNRE/gobierno central y las instituciones de la región retornen al escenario político boliviano.

## **Definiciones tecnológicas del proyecto**

### ***Tecnología de evaporación en piscinas***

Como lo describen los trabajos de Ricardo Calla y Juan Carlos Montenegro en la presente publicación y otros autores consultados, existen sobrados argumentos para que el proyecto se haya visto obligado a desarrollar una tecnología adaptada a las condiciones físico-químicas, geológicas, hidrogeológicas y climáticas (radiación solar, cantidad de lluvias, velocidad de vientos y evaporación potencial) del salar de Uyuni, y diferente, o al menos con variantes, a la tecnología desarrollada en otros salares de la región, por ejemplo, el salar de Atacama.

Las diferencias y desventajas comparativas de Uyuni con respecto a Atacama, además de una mayor razón magnesio/litio, tendrían que ver con una menor concentración del litio, menores tasas de evaporación y una mayor precipitación pluviométrica, factores, todos, que implicarían mayores costos de operación y menor competitividad del producto boliviano.

Dado que la principal dificultad en la obtención de litio de las salmueras de Uyuni es la elevada razón magnesio/litio (18,6/1 en promedio)<sup>12</sup>, se entiende que el

---

<sup>12</sup> Quiere decir que por cada 18,6 partes de magnesio existe 1 parte de litio.

desafío principal del proyecto es la imprescindible disminución de esta relación por métodos técnica y económicamente viables<sup>13</sup>.

En el entendido que por cualquier método se requerirá una determinada cantidad de energía para lograr la evaporación del agua y la consiguiente concentración de las salmueras, cabe preguntarse acerca de todas las alternativas que el proyecto debió haber investigado con la finalidad de encontrar el método más eficiente y la más eficaz opción tecnológica.

Para la producción de carbonato de litio y cloruro de potasio, la GNRE ha optado por la evaporación fraccionada utilizando piscinas de evaporación de salmueras. No obstante las altas tasas de radiación y evaporación de la zona, es natural que surjan dudas acerca de su nivel de eficacia, es decir, si este método garantizará la provisión de salmueras concentradas.

Según Montenegro, la provisión permanente de salmueras concentradas a las plantas de procesamiento, desde un proceso de evaporación solar que podría durar más de 12 meses, se garantizaría plenamente por un sistema de líneas de evaporación en paralelo, es decir, la variable “producción de salmueras concentradas” estaría gobernada por la superficie de las piscinas.

Al respecto, debe anotarse que la UATF concluyó que “...el proyecto de obtención de carbonato de litio, elaborado en 1992, en forma conjunta entre la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) y la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), adolecía, para esta época, de un conjunto de debilidades conceptuales, las cuales debieran ser objeto de una severa revisión científica y, en lo posible, de una reformulación metódica del núcleo del proyecto, a través de una tecnología renovada y realmente apropiada para las condiciones del salar de Uyuni. Entre otras: i) la concepción, con alto riesgo ambiental y económico, del empleo de piscinas de evaporación con el empleo de geomembranas, en el salar, en suelo de Alka Orcko y Llipi Llipi; ii) la poca o ninguna observancia del largo periodo de lluvias e inundación del salar de Uyuni, nada similar a lo que ocurre, por ejemplo, en Atacama-Chile, y iii) el empleo de la marcha química denominada “Método Foote”, para la obtención de carbonato de litio, trasladada de otros países, p.e. Chile, Argentina, USA, readecuada a condiciones bastante diferentes de las reinantes en el salar de Uyuni y de las características de sus salmueras...” (Claros, 2009).

A raíz de estas conclusiones, la UATF optó por el empleo de “conos de evaporación intensiva”, que permitirían velocidades de evaporación superiores a las logradas en las piscinas (en un orden de 10 veces) “... e, incluso, una separación paralela de sus componentes químicos puros o casi puros y, por consiguiente, enriqueciendo el contenido de litio en la salmuera...” (*Ibidem*), logros y métodos que ya habrían sido registrados en el Órgano de Registro de Patentes de Alemania.

Para la evaporación de salmuera en las piscinas, los cálculos de Montenegro concluyen que, para obtener una tonelada de carbonato de litio, se requiere procesar

---

<sup>13</sup> Según Montenegro, se estudiaron y experimentaron diferentes procesos, como el proceso clásico de cristalización fraccionada en el campo de los cloruros utilizado en el salar de Atacama, pero también se habría realizado experimentación del proceso en el campo de los sulfatos.

aproximadamente 870 m<sup>3</sup> de salmuera, bajo el supuesto de que la recuperación total de litio no superaría un 40%.

Independientemente de que la tasa de recuperación asumida por Montenegro aparenta estar por debajo de lo mínimo deseable<sup>14</sup>, el tema relevante es si con las tasas medias de radiación solar en el salar de Uyuni y la eficiencia en su transmisión a un medio líquido reflectivo, la superficie proyectada de piscinas será la suficiente o, progresivamente, el proyecto se verá obligado a expandir su área de intervención sobre el salar, afectando no sólo la belleza natural del sitio, sino, sobre todo, los costos de producción de las sales y la factibilidad del proyecto boliviano.

Nuestra investigación no ha podido acceder, y es entendible en una etapa de preparación de las especificaciones técnicas para el diseño de la planta industrial, a la sistematización de la información lograda en las piscinas que nos permita averiguar si, efectivamente, las tasas de evaporación logradas en las piscinas y los costos totales de producción superan a todas las alternativas posibles —incluidos los conos de evaporación intensiva—, de manera que las perspectivas de competitividad del proyecto boliviano sean las óptimas.

Aunque, de partida, la utilización de energía solar para la evaporación constituiría la alternativa más factible para la evaporación de las salmueras, queda pendiente la pregunta si el método escogido —las piscinas— constituye la alternativa más eficaz.

### ***Tecnología de concentración de salmueras***

El trabajo de Montenegro nos dice que la investigación orientada al estudio geoquímico del salar de Uyuni y al desarrollo de procesos habría tenido como etapa fundamental de maduración y resultados el periodo 2009 al 2010, lo que habría permitido resolver técnicamente la sustancial disminución de la relación magnesio/litio de la salmuera y definir el diseño de todos los procesos.

Según el investigador, el equipo técnico de la GNRE habría desarrollado el proceso denominado *salting out*, que modificaría sustancialmente el proceso conocido como el “campo de los cloruros” y permitiría ampliar el campo de precipitación de la carnalita y, de esta manera, lograr una salmuera concentrada en litio lista para su transformación en carbonato de litio en la planta de procesamiento. Este desarrollo, en sus palabras, constituiría uno de los logros de la investigación de técnicos bolivianos de la GNRE.

Debe anotarse, sin embargo, que la concentración de salmueras en el campo de los cloruros requiere la aplicación, en la primera fase de evaporación de las salmueras, del conocido “encalado”, técnica que consiste en incorporar “lechadas de cal” en las salmueras extraídas desde el interior del salar y acumuladas en las primeras piscinas de evaporación, con el objetivo de separar el litio del magnesio presente en las salmueras (Calla, 2013).

En este marco de desarrollo, luego de cerca de seis años de investigación, la GNRE habría decidido ya formal y definitivamente que la opción del “encalado” será la que,

<sup>14</sup> En el caso del proyecto de la UATF, la recuperación alcanzaría a 50% con una pureza de 90%.

en lo inmediato, ha de implementarse en el complejo de plantas de Llipi para iniciar la fase de producción industrial de carbonato de litio y de cloruro de potasio (*Ibidem*).

Con base en entrevistas a varios profesionales, Calla nos hace notar que la adición de lechadas de cal en una salmuera de cloruro de magnesio produce hidróxido de magnesio más cloruro de calcio. Bajo esta reacción, el magnesio que se precipita como hidróxido de magnesio sería reemplazado por el calcio en la solución de salmuera y que el simple “encalado” no cambiaría significativamente la relación entre el magnesio y el calcio. Por ello, debido a que la presencia de sulfato en las salmueras de Uyuni es inferior a la encontrada en las salmueras de Atacama, se haría necesario añadir mucho más sulfato a la salmuera para completar la eliminación del calcio.

Ambos investigadores coinciden en que una de las principales problemáticas de este proceso sería la generación de grandes cantidades de residuos constituidos por lodos de sulfato de calcio e hidróxido de magnesio provenientes del encalado, ya que por cada tonelada de cal añadida al inicio del proceso se generarían cuatro toneladas de residuos. Según Montenegro, la GNRE habría estimado que en la fase industrial se generarían aproximadamente 4.000 toneladas/día de lodos de encalado, cuyo tratamiento, transporte y disposición representaría uno de los mayores problemas ambientales del proceso (Montenegro, 2013). Es decir, en su fase industrial, el proyecto generaría casi un millón y medio de toneladas de residuos cada año sin que exista, por ahora, una definición acerca de su prevención, reducción o disposición final.

Este potencial problema no sería desconocido para los profesionales de la GNRE, pues, a decir de Calla, el gerente Echazú habría declarado que la técnica del “encalado” en la primera etapa no constituye la mejor opción para el tratamiento de las salmueras de Uyuni y, por ello, dicha tecnología sería utilizada solamente para alcanzar algo menos que el 60% de la producción total y que el complemento se alcanzaría por una vía tecnológica alternativa, “exclusivamente boliviana” (Calla, 2013).

La vía alternativa sería la precipitación de salmueras en el campo de los sulfatos que eliminaría el necesario encalado inicial de la vía de los cloruros, requeriría una menor superficie de piscinas, reduciría los requerimientos de cal en una relación de 20 a 1 y tendría impactos favorables en la reducción de costos de producción.

Aunque las indagaciones de ambos investigadores coinciden en que el proyecto cuenta ya con la alternativa de concentración de salmueras en el campo de los sulfatos, sus conclusiones se diferencian acerca de su estado de desarrollo. Según Calla, la “línea de los sulfatos” habría dejado de ser la línea de investigación más urgente y prioritaria para la GNRE y habría quedado relegada a un plano de atención secundaria. Si aceptásemos como hipótesis que el diseño del proyecto industrial seguirá el resultado de la producción experimental piloto, el —casi— “abandono” de la investigación en la línea de los sulfatos por parte del proyecto sería coherente con los planes oficiales de diseño e inversión del proyecto industrial privilegiando la opción del “encalado”.

Por el contrario, según Montenegro, el nuevo proceso tendría enormes ventajas y, aunque aún quedarían algunos problemas por resolver, explicados en detalle en su trabajo, el proceso está bien encaminado, tanto que actualmente se lo estaría aplicando de manera experimental. De acuerdo con este autor, la producción actual

de carbonato de litio (al menos una parte de las 9 t a las que se refiere el informe oficial) serían resultado del método experimental y no de la producción con el método del “encalado”. Siguiendo a nuestra hipótesis, no pareciera existir mucha coherencia entre una producción experimental por la vía de los sulfatos y haber seleccionado oficialmente la vía de los cloruros, como lo dice la Memoria de la GNRE, para proyectar el gran emprendimiento industrial.

Según Montenegro, de acuerdo con lo manifestado por el Ing. Luis Alberto Echazú, de momento se habría optado por encarar la fase industrial por las dos vías, lo cual permitiría reducir el empleo de cal y los volúmenes de lodos de encalado en un 50%. Sin embargo, estaría abierta la posibilidad de que la vía del sulfato de litio sea la única a adoptar en el futuro (Montenegro, 2013).

A nuestro entender, es perfectamente posible y deseable que los responsables de dirigir la producción experimental opten por una, dos y hasta más posibles alternativas tecnológicas, con la finalidad de encontrar el más eficiente y, sobre todo eficaz, método de concentración de salmueras para que éste se constituya en el hilo conductor del diseño de todo el complejo industrial. Mejor aún, si la fijación de parámetros de diseño responde a la experiencia obtenida luego de producir, no 9 toneladas, sino varias decenas o cientos de toneladas, cuando detrás de dichos parámetros de diseño se encuentra también la decisión de emprender el proyecto industrial de producción de cal que, según el método seleccionado, podría verse afectada en una relación de 1 a 20.

Debe entenderse que la importancia de validar, completa y satisfactoriamente, la viabilidad de la alternativa tecnológica seleccionada está íntimamente ligada con la competitividad futura del proyecto boliviano y con el retorno de una inversión enorme de recursos económicos provenientes del excedente nacional.

### ***Implicaciones de la selección tecnológica***

A pesar de coincidir en que el proyecto tiene el potencial de generar casi un millón y medio de toneladas de residuos por año, los investigadores Calla y Montenegro tienen una diferente visión sobre las consecuencias ambientales y productivas de este hecho. Veamos.

Para Calla, la opción de implementar el “encalado” en la primera etapa de evaporación, aunque sea solamente para la mitad de las metas productivas, podría constituir una muy grave y peligrosa amenaza ambiental para el frágil ecosistema, pues, de acuerdo con sus entrevistas, encuentra que la naturaleza alcalina del hidróxido de magnesio contenido en los residuos incrementaría la alcalinidad de los suelos del Sudoeste potosino, afectando a la sostenibilidad de los medios de vida de las comunidades y la biodiversidad, y podría suponer un impacto que debiera ser evaluado y sobre el que la población tendría que estar informada. Según esta percepción, continuar el proyecto bajo las definiciones tecnológicas del “encalado” no sólo representa un potencial peligro para los medios de vida de la región, sino que podría convertirla, en términos ambientales, en la “zona de sacrificio” de la transición energética de los países del centro capitalista.

Por su parte, y desde otra perspectiva, Montenegro concluye que, siendo la minería una actividad que por naturaleza genera residuos, lo que corresponde es encontrar alternativas prácticas y convenientes para hacerse cargo de los lodos de sulfato de calcio, y no cree en el potencial impacto del hidróxido de magnesio que, en su opinión, no supera el 10% de los lodos.

En cualquier caso, ambos investigadores han constatado que la cuestión de cómo proceder con tal volumen de lodos residuales es, de hecho, una preocupación explícita para el equipo técnico de la GNRE y ha venido siendo motivo de consideraciones técnicas —preliminares— por parte de sus profesionales. Coinciden también en que, hasta el presente, las alternativas aún no han sido desarrolladas, no habrían superado el ámbito de las ideas y menos un análisis de factibilidad técnica y económica. Constatación que, en un proyecto de casi mil millones de dólares de presupuesto, da cuenta en forma dramática de su naturaleza y orientación.

La apreciación contrapuesta del problema, sin embargo, nos obliga a reflexionar sobre tres aspectos: i) los investigadores no habrían detectado en su revisión documental la existencia de estudios que midan la magnitud del problema ambiental generado por la producción de casi un millón y medio de toneladas de lodo para la producción de 700.000 t de KCl y 30.000 t de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , es decir, dos toneladas de lodo por una tonelada de producto útil y comercial; ii) incluso, si la porción de lodos de hidróxido de magnesio fuese menor al 10%, como lo menciona Montenegro, ¿qué significará ambientalmente la dispersión eólica de más de 100.000 t/año de hidróxido de magnesio?; y iii) existiendo la posibilidad de generar esa cantidad de residuos, ¿cómo podría explicarse que el proyecto industrial de KCl ya cuente con la licencia ambiental respectiva?

En cualquier caso, la preocupación que ha expresado el gerente de la GNRE sobre este problema nos hace pensar —léase en términos de hipótesis— que en el desafío de iniciar la era de la producción industrial de los recursos evaporíticos, no se arriesgará la viabilidad ambiental del proyecto y, peor aún, poner en riesgo los medios de vida de la región sin que la población esté debidamente informada, aunque las entrevistas realizadas durante nuestra investigación de campo no dan cuenta precisa de ello, independientemente del éxito que habría alcanzado el proceso de consulta con las comunidades.

La selección tecnológica del “encalado” generaría, adicionalmente, la necesidad de producir una cantidad superior a 300.000 t/año de cal, importar una gran cantidad de sulfatos (probablemente, más de 200.000 t/año), y transportar no sólo estos insumos, sino también los residuos generados. Es decir, las implicaciones de la definición tecnológica no se reducen a la generación de lodos, sino que se relacionan con la creación de otras industrias, acordes con la magnitud de la demanda de cal; con la habilitación/adequación de infraestructura vial para el transporte de carga en gran magnitud, con el incremento del consumo de diesel, etc.

La forma en la que los investigadores abordan sus conclusiones sobre las implicaciones ambientales de la selección tecnológica es también diferente. Para Montenegro, el proyecto generará los impactos ambientales habituales en proyectos mineros de

esta envergadura y lo que corresponde es investigar las diversas alternativas de disposición, re-uso o, incluso, comercialización de los lodos, es decir, una opción por la remediación.

Por su parte, desde una opción por la prevención o la producción más limpia, Calla encuentra que continuar el proyecto bajo las actuales definiciones tecnológicas no sólo es un peligro ambiental para la región, sino que podría constituir un despropósito económico. En efecto, por la vía del “encalado se estaría perdiendo el potencial económico del magnesio al desecharlo como parte del lodo alcalino, por una parte, y, por otra, se estarían incrementando las inversiones con una planta de cal y toda la infraestructura complementaria a esta producción, se tendría que apelar a las importaciones de sulfatos y combustibles, con los que el país ya tiene agudos problemas, y se afectarían aún más los costos de producción; en suma, la opción tecnológica del “encalado” podría constituir un yerro estratégico si se quiere lograr la competitividad boliviana en el mercado mundial del litio.

La pregunta que se desprende de esta contraposición es: ¿por qué la GNRE estaría arriesgando la viabilidad técnica, económica y ambiental del proyecto con la opción tecnológica del “encalado” si cuenta con una alternativa en el campo de los sulfatos? La respuesta a nuestra pregunta podría encontrarse en la postergación de las metas de industrialización mencionada líneas arriba; en cualquier caso, dejamos al lector elaborar sus propias conclusiones.

## **Epílogo**

Sin haber abordado en el presente artículo el impacto que ya ha tenido el proyecto en las formas organizativas de las comunidades y su territorialidad y la gestión del proyecto en el contexto internacional, temas ampliamente abordados por los investigadores, hemos tratado de remarcar las implicaciones económicas y tecnológicas de un proyecto de industrialización de un recurso natural en cuyas definiciones subyace la aplicación del modelo de desarrollo propuesto por el actual gobierno.

Si bien las definiciones originales del proyecto estaban orientadas de manera pertinente a la industrialización de los recursos naturales con alta participación estatal, al desarrollo de la capacidad tecnológica nacional y a la promoción del desarrollo económico regional, lo presentado en las investigaciones, desde la visión del CEDLA, da cuenta de un proyecto cuya naturaleza —capitalista de Estado— y su decurso no sólo expresa falencias importantes en los procesos de planificación del desarrollo, sino que nos enfrenta a las serias y estructurales limitaciones del Estado boliviano, como el centralismo y sus formas tradicionales de relacionamiento con la sociedad y sus instituciones locales, sean éstas políticas, sociales o académicas. Nos enfrenta, una vez más, a la contradicción política entre los postulados de industrialización de los recursos naturales en el marco del “vivir bien” y la potencial destrucción de los medios de vida, cultura y medio ambiente de los pueblos indígenas y las comunidades locales.

Este aporte es una invitación al debate sobre el desarrollo, el papel del Estado y la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

**Arce Catacora, Luis Alberto, Ministro de Economía y Finanzas Públicas**

2014 *Evaluación de la economía boliviana 2013*. La Paz, 8 de enero.

**Calla Ortega, Ricardo**

2013 *La producción de carbonato de litio y cloruro de potasio en el salar de Uyuni. Impactos y riesgos ambientales*. Documentos de trabajo. La Paz: CEDLA.

**Calla Ortega, Ricardo**

2013 *La producción de carbonato de litio y cloruro de potasio en el salar de Uyuni. Impactos sociales y culturales*. Documentos de trabajo. La Paz: CEDLA.

**Claros Jiménez, Dr. Ing. Jaime**

2009 *La Universidad Autónoma Tomás Frías y su estrategia de aprovechamiento integral de los recursos naturales de la cuenca del salar de Uyuni*. “Proyecto Salar de Uyuni – UATF” Potosí.

**Escalera, Saúl J.**

2013 *Profesionales para el desarrollo industrial de Bolivia*. La Paz: Plataforma Energética.

**Montenegro, Juan Carlos**

2013 *El proyecto estatal de industrialización del litio en Bolivia. Impactos previstos*. Documentos de trabajo. La Paz: CEDLA.

**Nacif, Federico**

2012 “Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico”. *La revista del CCC*. Enero / Agosto, N° 14/15.

**Pasquier, Maxime**

s/f. *Service Transports et Mobilité Direction Villes et Territoires Durables* ADEME.

**Poveda Ávila, Pablo**

2013 *Aproximación a los impactos económicos del proyecto de industrialización del litio*. Documentos de trabajo. La Paz: CEDLA.

**Sanz Alduán, Alfonso**

2009 *Hipermovilidad. Síntomas, reacciones y alternativas*. Valencia (España), 29 de enero.

**Ströbele Gregor, Juliana**

2012 “Litio en Bolivia. El plan gubernamental de producción e industrialización del litio, escenarios de conflictos sociales y ecológicos, dimensiones de desigualdad social”. *Working Paper*, No. 14.

**Valle, Valeria Marina y Cueto Holmes, Héctor**

2013 *Latin American Policy*. Volume 4, Number 1—Pages 93–122. Policy Studies Organization. Published by Wiley Periodicals, Inc.

**IMPACTOS DE LA PRODUCCIÓN  
INDUSTRIAL DEL CARBONATO  
DE LITIO Y DEL CLORURO  
DE POTASIO EN EL SALAR  
DE UYUNI**

Ricardo Calla Ortega



## **Impactos y riesgos ambientales**

De acuerdo con la estrategia oficial del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos del país que ha venido impulsando la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), las plantas industriales en Llipi tienen como objetivo alcanzar, cuando esas instalaciones ya se hallen operando a toda capacidad, unas metas de producción anual de 30.000 t de carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) y de 700.000 t de cloruro de potasio (KCl). Se trata de volúmenes mayores considerables, propios de un complejo productivo de escala efectivamente industrial.

### ***El “encalado” en la primera etapa de evaporación***

Una de las opciones tecnológicas disponibles para el logro de esas metas es la del tratamiento de las salmueras del Salar de Uyuni —la materia prima de base a ser tratada en Llipi— por medio de procesos de cristalización fraccionada que combinan: i) la evaporación de las salmueras en diversas “piscinas” de complejo diseño y aprovechando la energía solar, y ii) el tratamiento de las mismas con distintos procedimientos especializados, *incluido el uso, en la primera etapa de las evaporaciones, de la técnica del “encalado”*, una técnica que en el caso de Uyuni requiere, además, la agregación de elevadas cantidades de sulfato de sodio ( $\text{NaSO}_2$ ) en las salmueras sometidas a la evaporación.

El “encalado” en la primera etapa de evaporación de las salmueras es una técnica que consiste en incorporar “*lechadas de cal*”, o hidróxido de calcio,  $(\text{OH})_2\text{Ca}$ , en las salmueras extraídas por bombeo desde el interior del salar y acumuladas en las primeras “piscinas” dispuestas para evaporar esa materia prima. La *cal*, en este caso, se añade al inicio del proceso de evaporación de las salmueras con el crucial objetivo de separar el litio del *magnesio* que se ha detectado presente en altas cantidades en las salmueras de Uyuni<sup>15</sup>.

Como lo remarca la literatura especializada al respecto, cada una de las diferentes salmueras provenientes de un salar o de sales distintos puede tener características

---

<sup>15</sup> Ver en este mismo texto los apuntes de información, la bibliografía y las notas de referencia de Juan Carlos Montenegro (JCM).

físico-químicas muy diferenciadas y requerir de procesos específicos también distintos para su tratamiento. Para el caso de las salmueras existentes en el salar de Uyuni —si se las compara, por ejemplo, con las del salar de Atacama, Chile—, se tiene que, para los propósitos de la producción de carbonato de litio, son varias las desventajas y dificultades que se presentan en Uyuni; a saber<sup>16</sup>:

- Una menor concentración media de litio.
- Una mayor razón Mg/Li (de 18/1 a 24/1).
- Menores tasas de evaporación.
- Más alta precipitación pluviométrica.
- Mayor distancia a puertos.
- Condiciones de acceso más difíciles.
- Mayores costos de operación.

Una de las principales dificultades, ya que no necesariamente desventaja, que la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) y la GNRE han venido enfrentando en el caso del salar de Uyuni es la de la alta proporción de magnesio ( $Mg^+$ ) con respecto del litio ( $Li^+$ ) existente en sus salmueras (a una razón de entre 18,6/1 a 24/1). En el caso de Atacama, esa razón magnesio/litio es de 6,4/1.

Luego de cerca de seis años de los procesos de investigación y desarrollo puestos en marcha por la COMIBOL y la GNRE en el salar de Uyuni, a partir de 2008, la GNRE ha decidido ya formal y definitivamente que la opción del “encalado” en la primera etapa de los procesos de evaporación de las salmueras es la que en lo inmediato ha de implementarse en el complejo de plantas de Llipi *para iniciar* la fase de producción industrial de carbonato de litio ( $Li_2CO_3$ ) y de cloruro de potasio (KCl)<sup>17</sup>. De hecho, la Memoria 2012 de la GNRE de COMIBOL informa de modo oficial que la opción tecnológica que adoptará el proyecto para dar inicio a la producción industrial de  $Li_2CO_3$  y de KCl en Llipi es, efectivamente, la del “encalado” en la primera etapa de evaporación. Así, esa Memoria señala que, ya contando en 2012 con la “inversión garantizada por el Gobierno” para poner en marcha la “Fase II” —industrial— del proyecto en Llipi, para las plantas de producción de carbonato de litio y de cloruro de potasio a escala industrial, esa fase “...(s)e inició con la construcción del primer módulo de piscinas de evaporación correspondiente a la Fase Industrial que comprende piscinas de encalado, halita, silvinita y de escurrimiento, garantizando de esa forma la provisión de materia prima (silvinita y concentrados de litio)...”<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> Idem.

<sup>17</sup> Así lo comunicó a los investigadores del CEDLA el actual gerente de la GNRE, Ing. Alberto Echazú, en entrevista personal concedida a éstos el 2 de agosto de 2013.

<sup>18</sup> Ver Memoria Institucional 2012, Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, COMIBOL, pag. 21, en [www.evaporiticogob.bo](http://www.evaporiticogob.bo) Remarcando el carácter oficial de la Memoria 2012 referida, hay que añadir que ese documento está avalado y refrendado por una presentación del mismo firmada por el propio Ing. Luis Alberto Echazú, Gerente Nacional en funciones de la GNRE al momento de redactarse y publicarse ese documento. En esa su presentación (ver pág. 7 del documento citado), luego de referirse a 2012 como el “año que (...) señala el inicio, para nuestro país, de la era de industrialización de nuestros recursos evaporíticos...”, el

Ratificando esa línea oficial consignada en las memorias institucionales de la GNRE, el gerente de esta entidad confirmó que la fase industrial del proyecto de producción de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl en Llipi habría comenzado en 2012, habiendo optado la COMIBOL y la GNRE por el “encalado” en la primera etapa de evaporación *como la vía de arranque y de inicio* de tal fase<sup>19</sup>. La máxima autoridad de la GNRE confirmó, además, que la COMIBOL y la GNRE ya habrían autorizado y ejecutado inversiones y gastos en la línea de implementar en Llipi el “encalado” en la primera etapa —la introducción de cal mezclada con agua en las salmueras al inicio del proceso de evaporación—, y que, hacia mediados de 2013<sup>20</sup>, los avances en esa dirección permitirían asegurar que la producción industrial de KCl para el mercado local e internacional empezaría ya en 2016 y, del mismo modo, el inicio en 2017 de la producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  podía también darse como garantizado<sup>21</sup>.

En todo caso, mostrando reconocer que el uso de la técnica del “encalado” en la primera etapa de evaporación para la producción industrial anual de 40.000 t de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de 700.000 t de KCl puede acarrear muy serios problemas en el desarrollo del proyecto en Llipi, el gerente Echazú también declaró con franqueza y de modo transparente en la entrevista con los consultores del CEDLA que la técnica del “encalado” en la primera etapa NO es la mejor opción para el tratamiento de las salmueras de Uyuni y que, por ello, esa tecnología iría a ser utilizada solamente para alcanzar “un 60%” o “menos” de las metas del proyecto y que el restante 40% o la “otra mitad” de las metas de producción perseguidas se alcanzarían por una vía tecnológica “alternativa”, una vía “exclusivamente boliviana”<sup>22</sup>.

Ahora bien, llevando a cuestionar de modo directo —pero desde una perspectiva, hay que enfatizarlo, *constructiva*<sup>23</sup>— parte de los criterios vertidos por el

---

propio Gerente Nacional mencionado afirma más adelante que “(D)as actividades de la Fase 2 (Industrial) también se han iniciado con la construcción del primer módulo de piscinas de evaporación de esta fase...”, un primer módulo que, reiterando, contempla el “encalado” en la primera etapa. Para mayor abundamiento, un año antes, en su presentación a la Memoria Institucional 2011 de la GNRE, Echazú fue incluso más explícito al afirmar que “...(S)iguiendo con la estrategia de industrialización, (el año 2011) también avanzamos en trabajos destinados a la Fase II. Las primeras labores efectuadas son la construcción del primer módulo de piscinas para esta etapa enfocada a la futura producción industrial, el trabajo contratado incluye la construcción de una planta de encalado y otra de acoplamiento y que serán entregadas el mes de marzo de 2012.” Ver Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, Memoria Institucional 2011, COMIBOL, pág. 7, en [www.evaporiticos.gob.bo](http://www.evaporiticos.gob.bo).

<sup>19</sup> Entrevista personal concedida a los investigadores del CEDLA el día 2 de agosto de 2013.

<sup>20</sup> La primera versión en borrador del presente informe fue redactada en agosto de 2013.

<sup>21</sup> Estas fechas deben, en todo caso, tomarse con cargo de inventario dada la marcada tendencia mostrada desde 2008 por la GNRE a retrasar una y otra vez sus propios plazos y cronogramas.

<sup>22</sup> Agradecemos al Ing. Alberto Echazú la cordialidad y la franqueza con la que atendió a los consultores del CEDLA y el tiempo que se tomó para la entrevista. Las posiciones críticas que los consultores del CEDLA asumen en el presente documento no deben leerse o entenderse como un cuestionamiento personal o profesional a nuestro entrevistado, sino como un posicionamiento orientado a generar un debate lo más serio posible en el país para contribuir a un desempeño verdaderamente exitoso del estratégico proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia y, en particular, del proyecto de industrialización del litio y el potasio hoy en marcha en Uyuni.

<sup>23</sup> Hay que reiterar que el enfoque crítico del presente texto NO busca apuntalar el falaz argumento de que el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos bolivianos de la COMIBOL y la GNRE tiene problemas serios por ser estatal. Una vez más, el CEDLA considera que el proyecto en cuestión debe ser efectivamente 100% estatal, de la más alta eficacia y eficiencia económicas y desarrollarse con la mayor responsabilidad ambiental, lo que en rigor depende de la calidad gerencial y científica con que se desarrolle el proyecto.

responsable de la GNRE en la entrevista referida, la investigación realizada por el CEDLA ha concluido determinando que la opción de la COMIBOL y la GNRE de implementar el “encalado” en la primera etapa de evaporación, aunque solamente se use para efectivizar una mitad de las metas anuales del proyecto, podría constituir: i) *una muy grave y peligrosa amenaza ambiental* para el frágil ecosistema, la biodiversidad y las comunidades rurales del altiplano sur boliviano y ii) *una errada decisión económica* por parte de la COMIBOL y la GNRE respecto de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni y para las finanzas bolivianas. Estas aseveraciones son argumentadas más adelante.

El CEDLA ha encontrado, por otra parte, que los procesos de investigación y desarrollo puestos en marcha *por las propias GNRE y COMIBOL* para el proyecto en Llipi durante 2008 a 2012 ya muestran haber generado de manera conclusiva, aunque hasta ahora *solamente en el nivel de laboratorio*, una alternativa tecnológica —que en la jerga de los especialistas del proyecto en Llipi se ha denominado “la línea de los sulfatos”— superior económica y ambientalmente a la del “encalado”, con miras a contar: i) tanto con la salmuera rica en litio necesaria para la producción del carbonato de litio buscada, como ii) con la materia prima adecuada para producir el cloruro de potasio que se pretende. Sin embargo, esa “línea de los sulfatos” opcional a la del “encalado” —o “línea de los cloruros” en la jerga de los especialistas de la GNRE— muestra —a mediados de 2013— haber sido *postergada por la GNRE y la COMIBOL como la línea de investigación más urgente y prioritaria del proyecto de Llipi, habiendo quedado relegada a un plano de atención secundaria y hasta solamente inercial*.

De acuerdo con lo señalado por el Ing. Echazú en la entrevista concedida al CEDLA, se supone que la “línea de los sulfatos” se implementará en algunos años para lograr la segunda mitad de las metas planteadas por la GNRE para el complejo tecnológico de Llipi, complementando las logradas por el uso inicial del “encalado”<sup>24</sup>. Es esa línea, la “de los sulfatos”, la que se nombra por parte de la GNRE y la COMIBOL —con fuerte orgullo institucional— como el desarrollo tecnológico “exclusivamente boliviano” del proyecto en Llipi<sup>25</sup>. Pero, a pesar de todo aquello, el CEDLA ha encontrado, con fuerte preocupación, que la investigación para la consolidación de esa línea tecnológica “de los sulfatos” y su subsiguiente ajuste y adecuación experimental industrial ha sido *de facto* relegada a un segundo plano de importancia por la COMIBOL y la GNRE hace siquiera ya un año y está, a mediados de 2013, con un

---

<sup>24</sup> Esa ha sido la perspectiva de desarrollo para el proyecto en Llipi que el propio Ing. Echazú oficialmente comunicó a los consultores del CEDLA en la entrevista citada. Según Echazú, la producción industrial en Llipi comenzará con “la línea de los cloruros” —el “encalado”— y con el tiempo incorporará “la línea de los sulfatos”, “cuando esta tecnología se haya consolidado”.

<sup>25</sup> El equipo de investigadores del CEDLA responsable del presente informe ha comprobado que específicos científicos bolivianos —ligados al I&D de COMIBOL y la GNRE para el proyecto en Llipi— han contribuido efectivamente a la generación de una tecnología boliviana propia previamente inexistente en el nivel mundial —la de los “sulfatos”— para el tratamiento de las salmueras de Uyuni con miras a la producción de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl. Al respecto, todo indica que debe particularmente mencionarse el trabajo de Fausto Balderrama, un químico de la Universidad de Oruro (UTO), con grado de Maestría en la Universidad de Cataluña y con un Ph.D., también de Cataluña, en marcha.

perfil marcadamente disminuido y al borde de la parálisis<sup>26</sup>. El mismo gerente Alberto Echazú señaló en todo caso, en la entrevista que se le realizó, que la “línea de los sulfatos” para Llipi está por ahora “en pañales”, particularmente en lo que hace al desarrollo de la producción del cloruro de potasio<sup>27</sup>.

Así, optando más bien por y dando brío a la ruta tecnológica ambientalmente más problemática y económicamente menos aconsejable, la GNRE y la COMIBOL se encuentran hoy, a mediados de 2013, impulsando la preparación del lanzamiento industrial de Llipi a través del “encalado” en la primera etapa —la “línea de los cloruros”— y la construcción de un primer módulo de piscinas justamente concebidas para tal propósito. Se trata de una opción que urge debatirse con la mayor seriedad y cuidado posibles.

Según la información encontrada, se ha evidenciado, por otra parte, que también la propia investigación desarrollada por la COMIBOL y la GNRE ha establecido que, por cada porción de cal introducida a las salmueras para separar el magnesio del litio en la primera etapa de evaporaciones, *se generarán alrededor de cuatro porciones equivalentes de lodos residuales*, lodos o barros con altos porcentajes de magnesio. Estos lodos, de muy alta toxicidad —*debida, específicamente, a sus altos contenidos de hidróxido de magnesio,  $Mg(OH)_2$* — para la cubierta vegetal, las tierras agrícolas y de pastoreo, la fauna y, en general, toda la carga macro y micro biótica en cualquier superficie de suelos relativamente alcalinos, constituirían una amenaza ambiental que debe ser evaluada y sobre la que la población debe, necesariamente, estar debidamente informada.

La recopilación de información por parte del CEDLA muestra, además, que la separación del  $Mg^+$  del  $Li^+$  a través del “encalado” en la primera etapa para lograr una producción industrial de las magnitudes proyectadas requeriría unas 1.000 t/día de cal humedecida o “lechadas de cal”<sup>28</sup>, las mismas que generarían —según la información disponible— alrededor de 4.000 t/día de lodos o barros de salmueras residuales mezcladas con sulfato de calcio e hidróxido de magnesio; es decir, *en un año, Llipi generaría la disparatada cifra de 1.460.000 t de lodos con el contenido mencionado* y que deberán disponerse de algún modo.

En la entrevista mencionada, el Ing. Alberto Echazú llegó a describir esta potencial situación del modo más gráfico posible. Llipi no produciría, según Echazú, solamente

---

<sup>26</sup> La investigación del CEDLA ha determinado que incluso el propio Fausto Balderrama —el científico que en los hechos encabezó la I&D que dio a luz la “línea de los sulfatos” y que es el especialista que debería estar dirigiendo el ajuste y consolidación de esa línea en una fase de experimentación semi industrial— fue desvinculado a mediados de 2012 por la COMIBOL y la GNRE del proyecto en Llipi y ha quedado marginado de toda actividad de investigación con respecto de las salmueras de Uyuni. La marginación de Balderrama del equipo científico a cargo de la I&D para la “línea de los sulfatos” ocurrió después de que, también a mediados de 2012, la COMIBOL y la GNRE optaran por paralizar y desbandar el Comité Científico que entre 2008 a 2012 había impulsado la I&D de la “línea de los sulfatos”.

<sup>27</sup> Entrevista a Alberto Echazú, agosto de 2013.

<sup>28</sup> Según el inicial impulsor del proyecto de Llipi en el salar de Uyuni, el experto belga Guillermo Roelants, un conocido empresario en el Suroeste de Potosí vinculado a la explotación de bórax, en la fase industrial del proyecto de Llipi, se utilizarán más bien alrededor de 1.200 TM diarias de cal. La cifra de 1.000 TM se señala más bien en los círculos técnicos actuales de la GNRE.

un “cerro” de lodos en calidad de pasivos ambientales, sino que produciría “una verdadera *cordillera*” de lodos residuales. Esta sería la razón para que la COMIBOL y la GNRE hubieran decidido utilizar la técnica del “encalado” en la primera etapa solamente para alcanzar el “60% o menos” de las metas de producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl en Llipi<sup>29</sup>.

Sin embargo, aunque la técnica del “encalado” en la primera etapa sea usada sólo *para la mitad* de las metas anuales del proyecto de Llipi en el salar de Uyuni, el complejo industrial en cuestión produciría<sup>30</sup> un pasivo ambiental de 730.000 t anuales de lodos<sup>31</sup>.

Los consultores del CEDLA han constatado que la cuestión de cómo proceder con tal volumen de lodos residuales es, de hecho, una preocupación explícita para parte del equipo técnico de la COMIBOL y la GNRE en Llipi y ha venido siendo motivo de consideraciones técnicas —muy preliminares y todavía poco desarrolladas— por parte de algunos profesionales de la GNRE. Así, la GNRE cuenta por lo menos con el siguiente punteo de alternativas posibles para un tratamiento o uso de los lodos del “encalado”<sup>32</sup>:

- a) Recuperación de  $\text{CaSO}_4$  (sulfato de calcio) como subproducto para exportación.
- b) Empleo como regenerador de suelos agrícolas.
- c) Aplicación en compactación de caminos, diques y terraplenes.
- d) Combinación de las alternativas a, b y c.
- e) No se contempla deposición en diques.

Hasta hoy, en la COMIBOL y la GNRE, tales alternativas no parecen haber superado el ámbito de las ideas y no tendrían el suficiente respaldo de investigación ni el análisis adecuado de factibilidad técnica y económica. Así, no existe todavía en estas entidades alguna idea aproximada, por ejemplo, de cuánto costaría y qué nuevos residuos quedarían (y cómo disponer de los mismos) de un posible proceso de recuperación de  $\text{CaSO}_4$  de los lodos, o qué procesamientos se requerirían para tratar los lodos con miras a usarlos en la compactación de caminos, diques o terraplenes.

Sin embargo, aunque el tema merece una atención prioritaria inmediata de primer orden, no existen aún ni un estudio en profundidad ni una estrategia definida para abordar el tratamiento o disposición de los lodos por parte de la GNRE. Surge, a manera conclusiva, una pregunta sobre este hallazgo: ¿El gobierno de Bolivia ha de

---

<sup>29</sup> Entrevista a Alberto Echazú, agosto de 2013.

<sup>30</sup> Y sólo considerando la situación generada por las “lechadas de cal” (*y el sulfato de sodio*, ver más abajo) que se introducirán en las salmueras, ya que hay otros temas y cuestiones técnicas concomitantes al complejo tecnológico de Llipi que apuntan a generar otros y más daños ambientales.

<sup>31</sup> Lo tajante de esta afirmación no debe, en todo caso, llevar a equívocos sobre el presente informe. Reiteramos que la perspectiva crítica en este informe es *constructiva*.

<sup>32</sup> Ver en este mismo texto los apuntes de información, la bibliografía y las notas de referencia de Juan Carlos Montenegro (JCM). El sulfato de calcio, es uno de los componentes de los lodos o barros a generarse como pasivo ambiental en Llipi.

verdaderamente arriesgar iniciar la era de la producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de  $\text{KCl}$  en Bolivia apuntando a generar tal volumen de lodos residuales sin que se sepa de modo definido qué ha de hacerse con ellos?

Es necesario precisar que, en cualquiera de los escenarios, ya se trate de cerca de un millón y medio de toneladas anuales o de “sólo” 730.000 t anuales, los lodos residuales producto de la concentración de salmueras por la vía del “encalado” quedarán como un pasivo ambiental: i) detenido en piscinas al interior del salar de Uyuni, lo que constituiría un desastroso daño paisajístico al propio salar, o ii) depositado en alguna gigantesca fosa o zanja de acumulación —o, peor, al descampado— en algún lugar del altiplano sur boliviano. Quedará, por tanto, evaluar si la deshidratación y posterior diseminación de los lodos, por acción de los vientos en el Suroeste de Potosí —tanto durante la estación de lluvias, de diciembre a febrero, como en la larga estación de secas, de marzo a noviembre—, generarían una inevitable propagación y diseminación de los tóxicos polvos de los lodos en cuestión desechados, dañando los ecosistemas del ya semidesértico vasto espacio del altiplano sur boliviano y con muy serios efectos negativos mayores sobre su flora y fauna. Más precisamente, hay que evaluar si *la erosión eólica no terminará provocando que el hidróxido de magnesio  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  contenido en los lodos y barros producidos termine generando un peligroso proceso de mayor alcalinización de las tierras próximas y lejanas al emplazamiento de los residuos en cuestión.*

¿Qué cadena de consecuencias adversas podría producir para el conjunto de la cubierta vegetal, la fauna y la carga macro y micro bióticas en las áreas impactadas por la alcalinización? Hasta donde muestra la revisión de información<sup>33</sup>, el hidróxido de magnesio,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , *insolubiliza* los micro y macro nutrientes existentes en los suelos, impidiendo su absorción por parte de la flora y los organismos vegetales. A más  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  en los suelos alcalinizados, más rala la cubierta vegetal, menos pastos para la alimentación de ganados del altiplano sur boliviano, conformados por miles de vicuñas y llamas, menos ovejas, vacunos y conejos, más quirquinchos, otros roedores y varias especies de aves. Los estudios obligatorios futuros deberán evaluar si podría ocurrir una nueva y muy severa reducción de las bandas de vicuñas que, en las últimas décadas, han estado más bien sostenidamente creciendo en número en el altiplano sur, enriqueciendo magníficamente sus paisajes y potenciando en alto grado el atractivo turístico general de la subregión.

Igualmente, deberá evaluarse si un posible proceso de alcalinización de suelos provocado por la diseminación del hidróxido de magnesio, podría afectar la producción rural de quinua en las regiones aledañas al salar de Uyuni.

Así, a menos que se opten por rigurosas medidas de protección y/o medidas de re-uso ambientalmente más limpio, los lodos en cuestión, en caso de ser producidos, apuntan a ser *un peligroso factor de alcalinización* agravada de las tierras del Suroeste de Potosí. La potencial mayor alcalinización de las tierras en una subregión

<sup>33</sup> Revisión del panel científico de CEDLA.

que, como en el caso del Suroeste de Potosí, está en su conjunto compuesta por tierras ya de suyo y de larguísima data muy alcalinas<sup>34</sup> hace absolutamente necesaria la introducción del enfoque ambiental para el desarrollo del proyecto.

Aunque en este caso —a diferencia de las *colas* y *desmontes* generados como pasivos ambientales por la minería boliviana más tradicional—, impactos negativos mayores en el nivel de acuíferos subterráneos o subsuperficiales no serían producidos por los lodos y barros generados por el “encalado” de las salmueras, *sí puede afirmarse sin exageración alguna que el  $Mg(OH)_2$  de los lodos que se generarán en Llipi tendrá —si la técnica del “encalado” en la primera etapa es la que allí efectiva y definitivamente se implementa y sus residuos quedan expuestos a la erosión eólica— efectos adversos sobre los vastos espacios hoy ya semidesérticos del Suroeste de Potosí*. Si se tiene en consideración este potencial impacto, la aventura del litio que la GNRE, la COMIBOL y el gobierno nacional están impulsando en el salar de Uyuni —a nombre del beneficio ambiental global<sup>35</sup>— podría provocar un problema ambiental local de vasto alcance subregional en Bolivia.

Una vez más, la sospecha de tales peligros parece estar presente en la percepción de por lo menos parte de los profesionales de la GNRE, al punto de que, como se dijo, se especula sobre algunos posibles usos productivos de los lodos del “encalado” como alternativa a que simplemente se los deseche<sup>36</sup>. No se puede, entonces, descartar la posibilidad de que la GNRE opte por buscar y encontrar algunos usos productivos de los lodos en cuestión. Sin embargo, por lo menos hasta agosto de 2013, no parece haber una ruta definida de manejo, en el nivel de la GNRE, de ese pasivo ambiental de lodos con alto contenido de hidróxido de magnesio que está a punto de comenzar a producirse en Llipi.

---

<sup>34</sup> Según la información que la investigación científica proporciona para el altiplano boliviano, i) en el caso de los suelos del intersalar y su entorno, Oruro y Potosí, el 73,9% son suelos básicos, el 19,5% son suelos neutros y tan sólo el 6,5% son moderadamente a suavemente ácidos (ver FAUTAPO, 2008); ii) los suelos del altiplano central, La Paz y Oruro, son en su gran mayoría salinos y salinos sódicos y, por ende, son básicos y fuertemente básicos, respectivamente (ver Hervé y otros, 1999), y iii) los suelos que se han acidificado por su uso agrícola tienden a volverse más básicos cuanto mayor sea el período de descanso (ver Sivila de Cary y Angulo, 2006).

<sup>35</sup> Ya que se supone que la producción industrial en cantidades gigantes de  $Li_2CO_3$  podría llevar a una transformación siquiera parcial de la matriz energética mundial actual fuertemente anclada en la quema de combustibles fósiles, con igualmente supuestos aminoramientos posibles, gracias al  $Li_2CO_3$ , del calentamiento global contemporáneo en escala planetaria.

<sup>36</sup> La misma Memoria 2011 ya citada da cuenta difusamente de que en la GNRE hay efectivamente el reconocimiento de que el “encalado” en la primera etapa no sería la mejor opción para la fase industrial II del PIREB. Así, destacando primero rasgos positivos del “encalado” en cuestión, la Memoria Institucional 2011, Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, COMIBOL, pág. 26, en [www.evaporiticos.gob.bo](http://www.evaporiticos.gob.bo) plantea alguna prevención al respecto en los siguientes términos:

“El proceso de encalado de la salmuera del salar de Uyuni consiste en la eliminación de sulfato mediante lechada de cal, una suspensión de hidróxido de calcio en agua, que reacciona con la salmuera para la eliminación de esta sustancia en forma de sulfato de calcio, también se reduce el contenido de magnesio y de boro. Las reacciones de apagado de cal y la posterior reacción en el proceso de encalado se muestran a continuación:  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$  y  $Ca(OH)_2 + MgSO_4 = CaSO_4 + Mg(OH)_2$ . Si bien este procedimiento está dando buenos resultados y su rentabilidad está garantizada, el departamento de Investigación y Desarrollo de la GNRE continúa trabajando en procura de obtener la concentración exacta de sulfatos presente en la salmuera para que se puedan emplear otros procesos químicos que no requieran del uso de materiales adicionales, principalmente en cantidades utilizadas actualmente”.

## Cal

La generación del pasivo ambiental mencionado en la sección anterior se liga directamente a otro potencial desarrollo muy delicado del proyecto de producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de  $\text{KCl}$  en el Suroeste de Potosí, un desarrollo que incrementará la presión sobre el delicado equilibrio ambiental de la región. Así, como cualquiera podrá notar, considerar un volumen diario de 1.000 t de cal para la realización del “encalado” en la primera etapa de evaporación implica que el enclave tecnológico industrial de Llipi requerirá *365.000 t de cal al año para las “lechadas” con las que se pretende separar el magnesio del litio; es decir, una cantidad de cal similar al consumo total nacional*<sup>37</sup>.

Para este propósito, la GNRE y la COMIBOL tienen contempladas —y, aparentemente, ya financiadas— la instalación y la puesta en marcha de una planta industrial de producción de cal viva que, según alguna referencia no oficial de la GNRE, podría ser ubicada en la localidad de Chita, en el flanco noreste del salar de Uyuni, con proximidad a la carretera Uyuni-Colchani-Chita-Rio Mulato-Quillacas en actual construcción<sup>38</sup>. La locación de la planta de cal en cuestión, en todo caso, aún no ha sido definida por la COMIBOL y la GNRE, según la comunicación del gerente Luis Alberto Echazú.

En todo caso, ya se trate de Chita o de otra locación, el lugar del emplazamiento de la planta industrial encargada de abastecer a Llipi con las mil toneladas diarias de cal viva requeridas para el “encalado” se convertirá en otro foco de polución ambiental en el Suroeste de Potosí si la planta queda finalmente ubicada en la región. Sin entrar en mayores detalles, se puede indicar que una planta con la capacidad de producir 30.000 t mensuales de  $\text{CaO}$  se coloca en una envergadura de escala industrial mediana a mayor de acuerdo con los estándares europeos actuales, lo que implica la necesidad de dotar a una planta semejante de un conjunto complejo de salvaguardas ambientales para impedir daños severos sobre el medio ambiente.

Lo más riesgoso ambientalmente en la producción industrial de cal a escalas mayores son, por supuesto, las emisiones de *dióxido de carbono* ( $\text{CO}_2$ ) producido por el secado y calcinación de la piedra caliza, la materia prima básica en la producción de  $\text{CaO}$ . Un cálculo básico indica que la planta industrial de cal produciría *930 t de*

---

<sup>37</sup> Sólo para propósitos comparativos nótese que hacia 2012 Chile produjo 750.000 TM de cal, Venezuela 400.000 TM y Perú 220.000 TM. Al respecto, ver USGS, 2012. Sólo con la planta de cal para el complejo de Llipi, Bolivia llegaría a producir anualmente 360.000 TM por encima de sus actuales cifras, lo que llevaría al país a una producción anual de cal de cerca de 700.000 TM.

<sup>38</sup> Es probable, sin embargo, que Chita sea finalmente descartada como locación de esa planta macro de producción de cal por no contar con las imprescindibles conexiones de gas natural requeridas para tener disponibles las altas cantidades de combustible necesarias para una planta industrial calera de la envergadura del caso. Inicialmente, por lo que se ha llegado a averiguar, el emplazamiento posible de la planta industrial de cal fue definido por la COMIBOL en la localidad de La Palca, muy próxima a la ciudad de Potosí, justamente por la facilidad con la que podría allí disponerse de las conexiones de gas natural requeridas. La discontinuidad de esa perspectiva es llamativa, ya que, de hecho, tan altos son los volúmenes de gas natural necesitados para una planta calera capaz de producir 1.000 TM de  $\text{CaO}$  diariamente que la planta industrial para el caso deberá indefectiblemente situarse en Bolivia muy cerca de una ciudad mayor con provisión ya instalada de conexiones de flujo mayor de gas natural.

dióxido de carbono por día<sup>39</sup>. En un año, la planta de cal echaría a la atmósfera, en el mejor de los casos, 339.450 toneladas de CO<sub>2</sub>; incrementando las emisiones totales bolivianas, al 2011, en 2%<sup>40</sup>.

Esta posible contribución —aunque fuere ínfima— al efecto invernadero global por parte de la GNRE y la COMIBOL contrarresta ya en principio el supuesto impacto favorable a la reducción de gases con efecto invernadero que se asocia, en algunos círculos, con la producción de carbonato de litio. Quemar combustibles fósiles, el gas natural, para calcinar calizas a una escala industrial mayor echaría por los suelos cualquier pretensión ecologista del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni y llevaría a Bolivia a contribuir algo más al cada vez más preocupante calentamiento global, *sin que ello sea estrictamente necesario en términos científicos* para los propósitos de producir industrialmente Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y KCl en el complejo tecnológico de Llipi.

### El sulfato de sodio

Para contar con una noción general más completa —sin exceso de tecnicismos—<sup>41</sup> sobre la naturaleza de los residuos a ser generados en Llipi por el “encalado” en la primera etapa de evaporación, es preciso considerar que, por la específica, compleja y variable composición química de las salmueras del salar de Uyuni, las “lechadas de cal” son sólo el proceso inicial para producir la separación del litio de los otros elementos químicos que se encuentran en el salar, incluido el magnesio.

Por razones que los científicos llaman *estequiométricas* —y que tienen que ver con las proporciones en las que se combinan los elementos químicos en cualquier compuesto dado y con las relaciones cuantitativas que se establecen entre los reactivos y los elementos en las reacciones químicas—, la introducción de las “lechadas de

---

<sup>39</sup> Los cálculos para llegar a tal cifra son los siguientes: 1.000 kg de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) -----> 560 kg de óxido de calcio (Oca; cal viva) + 440 kg de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), asumiendo que la pureza de la piedra caliza (carbonato de calcio) es de aprox. 94%, y que la cal viva obtenida tiene una pureza de aprox. 95%, entonces, para producir una tonelada de cal viva, se requiere aprox. 2 toneladas de piedra caliza, generándose 0,786 toneladas de CO<sub>2</sub>.

El consumo de energía, asumiendo la utilización de hornos de regeneración en flujo paralelo (de muy buena eficiencia energética), sería de 3,2 a 4,2 Giga Joule (GJ) por tonelada de cal viva. Asumiendo el valor más eficiente (i.e. 3,2 GJ), y que 1 millar de pies cúbicos (mpc) de gas natural (GN) producen una energía de combustión neta de 1,24 GJ, entonces se requieren 2,58 mpc de GN por tonelada de cal viva. Por cada mpc de GN combustionado, se producen 55,6 kg de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, por cada tonelada de cal viva producida, se requiere combustionar 2,58 mpc de GN, generándose aprox. 144 kg de CO<sub>2</sub>.

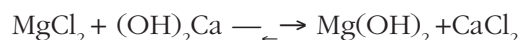
En resumen, por cada tonelada de cal viva producida, se genera: 786 kg de CO<sub>2</sub> (proveniente de las 2 t de piedra caliza) + 144 kg de CO<sub>2</sub> (proveniente de la combustión de 2,58 mpc de GN). Cálculos cortesía del panel científico de CEDLA.

<sup>40</sup> Cálculos de emisión incrementada, Juan Carlos Guzmán, investigador CEDLA.

<sup>41</sup> En todo caso, un panel de químicos *senior* —bolivianos o extranjeros— con credenciales científicos serios y conocimientos suficientes sobre tratamientos de salmueras podría ampliar —enriqueciendo con detalles técnicos y científicos— la información aquí sumariamente referida, ratificando todas y cada una de las aseveraciones que en este informe se hacen. De hecho, el CEDLA considera que la comunidad científica boliviana debiera solicitar a la COMIBOL y la GNRE la urgencia de llevar a cabo un análisis técnico abierto de lo obrado hasta ahora en Llipi para enmendar errores, reorientar las líneas del Departamento de Investigación y Desarrollo y reprogramar etapas, fases y metas de modo que se superen y salven los riesgos que el proyecto en el salar de Uyuni comienza a generar para el Suroeste de Potosí, para el país y para sí mismo.

cal” en las piscinas de la primera evaporación de las salmueras de Uyuni producirá siempre reacciones químicas que, al irse dando la separación del magnesio del litio, generarán nuevos compuestos que deberán, a su vez, recibir un tratamiento adecuado para lograrse una salmuera de litio enriquecido.

¿Qué sucede cuando a una sal como el  $MgCl_2$  o cloruro de magnesio<sup>42</sup>, abundante en el caso de Uyuni, se le añaden “lechadas de cal”, es decir, hidróxido de calcio,  $(OH)_2Ca$ ? El “encalado” en este caso, al tiempo de ir precipitando el hidróxido de magnesio,  $Mg(OH)_2$ , llevará, por razones de equilibrio químico, a que se genere cloruro de calcio,  $CaCl_2$ , en cantidades y proporciones correspondientes a las relaciones a esperarse entre los elementos y los radicales involucrados. Así, se tiene que:

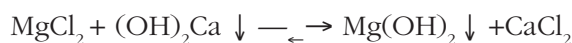


Dicho simplemente: cuando se mezcla cloruro de magnesio con hidróxido de calcio (la “lechada de cal”), se produce hidróxido de magnesio *más* cloruro de calcio. Bajo esta reacción, el magnesio que se precipita como hidróxido de magnesio es reemplazado por el calcio en la solución de salmuera que se ha “encalado”. El simple “encalado”, hay que remarcarlo, NO cambia significativamente la relación entre el magnesio *más* el calcio —ahora presente— con respecto del litio en la salmuera.

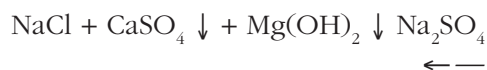
Para que esa relación sea modificada de modo significativo, es necesario que el calcio introducido en la “lechada de cal” sea, por su parte, eliminado de la salmuera, precipitándose de modo que en las piscinas de evaporación se vaya formando una salmuera enriquecida de litio.

Otro elemento presente de modo natural en las salmueras de Uyuni es el sulfato. Éste reacciona al momento del “encalado” con el calcio provocando su precipitación y remoción de la salmuera, como sulfato de calcio ( $CaSO_4$ ), lo que activa el enriquecimiento en litio de la salmuera. Sin embargo, a diferencia de Atacama, la cantidad de sulfato naturalmente existente en las salmueras de Uyuni es insuficiente para precipitar todo el calcio que se ha añadido con el “encalado”. Por ello, hay que añadir junto con el “encalado” —o después de éste— mucho más sulfato a la salmuera, en forma de sulfato *de sodio*,  $Na_2SO_4$ , para completar la eliminación del calcio.

El proceso en cuestión puede simbolizarse del siguiente modo:



Lo que con el agregado del sulfato de sodio resultará en:



<sup>42</sup> Como se sabe, el cloruro de magnesio, de fórmula  $MgCl_2$  es un compuesto mineral iónico a base de cloro, cargado negativamente, y magnesio, cargado positivamente. Ver [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org).

El sulfato de sodio que debe mezclarse con la salmuera junto con el “encalado” en la primera etapa de la evaporación es fundamental porque lleva a reemplazar en la salmuera al calcio introducido y al magnesio contenido originalmente *por el sodio*. El sodio quedará como NaCl, cloruro de sodio, y precipitará más adelante de la salmuera con la simple evaporación. Con la precipitación del NaCl a lograrse a través de la evaporación, una salmuera enriquecida de litio comienza a formarse habilitándose el camino para la obtención, más adelante, del carbonato de litio y del cloruro de potasio que se busca producir industrialmente. Los compuestos precipitados en esta reacción serán el cloruro de sodio, el sulfato de calcio y el hidróxido de magnesio, constituyendo éstos últimos los residuos que amenazarían dañar ambientalmente el Sudoeste de Potosí.

La evaluación económica-ambiental del proyecto deberá considerar, en todo caso, que el  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  es un compuesto que no se produce en Bolivia y que, según la información de la propia GNRE, será masivamente importado desde algún país vecino, incrementando los costos de producción del complejo industrial. Por otra parte, debe considerarse que la totalidad del magnesio existente en las salmueras de Uyuni será precipitado y desechado, debido al “encalado”, en forma de hidróxido de magnesio, perdiendo el proyecto así el potencial económico del magnesio como elemento valioso para la agricultura nacional.

### **Polvo, más emisiones de dióxido de carbono o daño paisajístico**

Pero la generación, los riesgos, la disposición y el tratamiento de los lodos resultantes del “encalado” y la agregación masiva de sulfato de sodio en las salmueras en el enclave tecnológico de Llipi y, por el otro lado, los efectos también ambientalmente nocivos de producir industrialmente grandes cantidades de cal viva en el Suroeste de Potosí son sólo parte de los ángulos problemáticos que la COMIBOL y la GNRE parecen haber dejado hasta la fecha sin consideración ni análisis suficientes.

Hay que también, entonces, resaltar que, ya sea para ser aprovechados de algún modo por ahora difícil de saberse o ya sea para ser directamente acumulados como peligroso pasivo ambiental, los lodos en cuestión, si se producen, deberán necesariamente i) ser guardados dentro del mismo salar de Uyuni en las propias piscinas de evaporación en las que serán producidos, con potenciales graves daños paisajísticos para el salar<sup>43</sup>, o ii) ser transportados a algún emplazamiento, ya sea de desecho o tratamiento fuera del salar.

---

<sup>43</sup> Con el paso de los años, el área de piscinas botadero terminaría inevitablemente creciendo al punto de dañar seriamente la fisonomía de un salar que por hoy destaca por su sobrecogedora belleza de carácter poco menos que extraterrestre. En la entrevista concedida por el Ing. Echazú a los consultores del CEDLA, éste señaló que la GNRE ya habría decidido que los lodos del “encalado” en la primera etapa de evaporaciones quedarán acumulados dentro del salar de Uyuni en las propias piscinas de evaporación donde esos lodos serán precipitados. Esto implica que el proyecto de Llipi se verá obligado a construir año tras año nuevas piscinas para el “encalado” en cuestión con irremediable daño creciente al paisaje del salar de Uyuni y con también irremediable dispersión en el Sudoeste de Potosí, por efecto de los vientos, de cantidades siempre crecientes del hidróxido de magnesio de los lodos residuales que se pretende almacenar en el salar. En todo caso, las dimensiones de los potenciales de daño paisajístico del enclave tecnológico de Llipi están en directa dependencia de la dimensión que finalmente tomará en el enclave el uso del “encalado” en la primera etapa: a mayor masividad del “encalado”, mayor daño paisajístico es previsible si se opta por acumular los lodos residuales producidos en las propias piscinas en las que precipitarán.

Para el segundo caso, otra muy simple aritmética —que toma en cuenta algunos estándares de transporte de materiales en camiones en el Sudoeste de Potosí— indica que, para acarrear esos lodos residuales a algún emplazamiento de tratamiento o desecho situado, por ejemplo, a una hora del enclave tecnológico en Llipi, requeriría una flotilla —si el total de la producción industrial de las 40.000 TM de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y las 700.000 TM de KCl proyectadas se hace con base en el “encalado” en la primera etapa—<sup>44</sup>, de 67 camiones volquete y —en el caso de que “sólo” se use el “encalado” en la primera etapa “para la mitad” de esas metas— de un mínimo de 33 camiones volquete.

Dependiendo de a qué distancia de las plantas de Llipi se halle el sitio de desecho o tratamiento de los lodos del “encalado” —y ya que es ambientalmente recomendable la no ubicación de tales emplazamientos en sitios muy próximos a los focos de producción saturada de toxicidad industrial, como ha de ser de todos modos el caso del enclave mismo de Llipi—, podría ser requerida una flotilla de entre 33 a 67 volquetes. Ello no excluye que, en un caso más extremo, una flotilla de entre 133 hasta 267 o más volquetes podría necesitarse, si es que el emplazamiento para el desecho de los barros residuales se situase a más de 8 horas de viaje, lejos de cualquier núcleo poblado o área ya sin flora y fauna; por ejemplo, en estribaciones altas de la Cordillera de los Andes al Occidente del Sudoeste de Potosí o en la Cordillera de Lípez al extremo sur del Sudoeste de Potosí, donde la población humana, la cubierta vegetal y la carga animal son mínimas o nulas a partir de los pisos superiores de altura sobre el nivel del mar.

En todo caso, como es evidente, a la gravedad mayor del potencial problema ambiental planteado por los altos contenidos de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  en los lodos resultantes del “encalado”, se añaden *otros potenciales daños ambientales que podrían suscitarse en el Sudoeste de Potosí con el rodaje permanente en caminos de tierra de una flota numerosa de camiones volquetes*, que podrían usarse para el acarreo de casi 1,5 millones de toneladas de lodos residuales por año y casi 0,75 millones de toneladas anuales de cal, sulfato de sodio y otros materiales.

Tener en circulación y en rodaje por ocho horas, día tras día —durante años y años—, una flotilla de aunque sólo fuere cincuenta camiones volquete en los caminos de tierra del Sudoeste de Potosí puede, en todo caso, por supuesto, significar niveles de polvo críticos para la población humana, para la fauna y para el desarrollo de la cubierta vegetal en el entorno afectado. A ello debe añadirse el alto costo económico y ambiental en diesel, gasolinas y aceites que significaría mantener circulando en el Sudoeste de Potosí, e incluso más allá de él, una flotilla masiva de camiones durante décadas.

Cualesquiera fueren las emisiones y las alternativas para mitigarlas, la alternativa inevitable en un proyecto de la escala de la que se está hablando parece

---

<sup>44</sup> Reiteramos: esta posibilidad no puede por ahora ser descartada toda vez que, como lo plantea la misma GNRE, la “línea de los sulfatos” alternativa al “encalado” está todavía hoy “en pañales”. Nada asegura que esta situación vaya a cambiar en los años siguientes si la I&D para la “línea de los sulfatos” no es asumida por la GNRE como de la más alta prioridad inmediata.

irremediablemente ser, si es que el proyecto en cuestión opta por acarrear afuera del salar de Uyuni los lodos producidos por el “encalado”, i) la generación constante y diaria tanto de polvo como de dióxido de carbono o, en el mejor caso, ii) “sólo” una emisión incesante de dióxido de carbono —lo que supone contar con carreteras de asfalto de modo que el polvo no constituya un problema— por parte de la flotilla de camiones requerida para el trasiego de desechos e insumos industriales.

Por supuesto, se podría aducir, con argumentos aceptables e información más detallada, que tanto el tema del polvo como el de la quema de combustibles fósiles relacionados con el rodaje permanente en el Sudoeste de Potosí de camiones volquete sólo llegarán a ser problemas ambientales de escala *menor* generados por el proyecto de Llipi. Como ya lo hemos señalado, en la entrevista otorgada por el Ing. Echazú a los consultores del CEDLA, éste enfatizó que, como el lodo que producirá el “encalado” en la primera etapa en Llipi podría formar “*una cordillera*” en el Sudoeste de Potosí, la GNRE ya habría decidido que esos lodos se quedarán acumulados dentro del salar de Uyuni en las propias piscinas donde inicialmente serán precipitados. Esto, sin duda, ahorraría todos los daños y problemas ambientales a causarse con el traslado de los lodos fuera del salar por medio de volquetes.

Si los lodos del “encalado” se quedan efectivamente en el salar de Uyuni, sin embargo, lo que parece irremediable entonces es que Llipi producirá a la larga, de modo inevitable, un daño paisajístico al salar, malogrando su extraordinaria belleza natural. La alternativa de dejar los lodos al interior de las piscinas de evaporación implicará, por otra parte, la continua expansión de la superficie de evaporación a través de progresivas intervenciones en la superficie del salar.

Para emitir un juicio equilibrado sobre el proyecto en Llipi, no puede, sin embargo, dejar de mencionarse, por otra parte, que tanto el tema de la quema de combustibles fósiles como la potencial amenaza de los polvos que se relacionan con posibles usos o no de camiones volquete son cuestiones que la GNRE sí ha considerado en serio para el caso de otros aspectos del proyecto de Llipi. Así, con toda claridad, el Ing. Echazú indicó al CEDLA que ni el polvo ni las emisiones de dióxido de carbono constituirían un problema del transporte y trasiego —para su venta en los mercados bolivianos o extranjeros— de las 40000 TM de carbonato de litio y de las 700.000 TM de cloruro de potasio que el enclave tecnológico en el Suroeste del salar de Uyuni producirá industrialmente. Para el envío hacia los mercados del  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y del KCl a producirse en el complejo tecnológico de Llipi, se tiene ya programada y financiada, aseguró el Ing. Echazú, la puesta en marcha de una línea de trenes con la que la producción industrial a obtenerse será transportada.

### **El potencial desperdicio económico del magnesio y el camino alternativo**

A todo lo anterior, deben añadirse, finalmente, dos grandes cuestiones que han ido siendo aludidas en los párrafos anteriores. Por una parte, el hecho de que la opción tecnológica del “encalado” en la primera etapa para separar al magnesio del litio y desechar luego ese magnesio como parte de los lodos generados es una alternativa

económicamente equivocada y desfavorable para Bolivia, ya que el magnesio contenido en las salmueras del salar de Uyuni podría, en principio, también ser procesado y utilizado para generar algún ingreso económico añadido para el país.

De hecho, el principal uso comercial de este metal es el de un agente para hacer aleaciones de aluminio-magnesio, también llamadas *magnalium* o *magnelium*. El magnesio es el tercer metal estructural más usado en el nivel mundial después del hierro y el aluminio y se lo considera el metal útil más liviano. En su forma más pura, el magnesio puede ser comparado con el aluminio y es muy fuerte, siendo usado en partes distintas de manufacturas de gran volumen, incluyendo componentes diversos de automóviles y camiones<sup>45</sup>. Actualmente, el proveedor dominante de magnesio para usos industriales y medicinales es China, con aproximadamente 80% del mercado mundial<sup>46</sup>.

El desechar el magnesio como parte de un pasivo ambiental peligroso no es, evidentemente, una opción económica coherente por parte de Bolivia cuando, justamente, se busca producir carbonato de litio con miras a aprovechar o incidir en el mercado de las baterías de litio en un contexto mundial encaminándose hacia la fabricación de vehículos crecientemente livianos. Desechar miles de toneladas anuales de magnesio como parte de un pasivo ambiental indeseable supone, incluso sin contar con un cálculo económico riguroso, haber perdido la orientación estratégica de maximización de beneficios económicos en la planificación del proyecto.

Pero es aquí donde surge la otra importante cuestión aludida ya en este texto y que el actual desarrollo del proyecto de producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y  $\text{KCl}$  en el salar de Uyuni y su enclave tecnológico de Llipi lleva a poner en el tapete. Y es que fue justamente una clara comprensión del sin sentido de desaprovechar económicamente el contenido de magnesio en las salmueras de Uyuni la que habría llevado a que, en una primera etapa del proyecto en Llipi, entre 2008 hasta 2011, el Comité Científico de la GNRE articulado por Guillermo Roelants —el principal responsable del proyecto en esa su primera etapa— recomendará y exigiera a éste iniciar procesos de investigación para descubrir alternativas tecnológicas serias al “encalado” en Llipi y al desperdicio económico del magnesio del salar de Uyuni.

Las posiciones de ese Comité Científico habrían calado en el proyecto suficientemente y así se llevó a cabo una intensa etapa de investigación orientada a sustituir la tecnología del “encalado” en la primera etapa. Hacia fines de 2011, se obtuvo una tecnología alternativa, la “línea de los sulfatos” —validada en el nivel de laboratorio—, capaz de reemplazar al económicamente ineficiente “encalado”. Así, la GNRE y la COMIBOL habrían producido un juego de tecnología como parte de un *know how* que debe, sin duda, resguardarse de apropiaciones indebidas por parte de empresas competidoras e intereses transnacionales. El proceso de investigación de la GNRE y la COMIBOL para el enclave tecnológico de Llipi ha concluido demostrando, en el nivel de laboratorio, que es posible producir carbonato de litio con las salmueras del salar

<sup>45</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Magnesium>.

<sup>46</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Magnesium>.

de Uyuni sin recurrir al “encalado” en la primera etapa de evaporación, salvando el magnesio de esas salmueras para su industrialización y aprovechamiento económico, y prescindiendo de la instalación de una planta industrial gigante de cal. Como ya lo hemos dicho, los obrados del Departamento de Investigación y Desarrollo (I&D) de la GNRE hacen parte de un *stock* de conocimientos tecnológicos que correspondería a continuación ser puestos a prueba como parte de una fase de experimentación semi industrial para el ajuste de las tecnologías de la “línea de los sulfatos” en la perspectiva de su uso para una fase de producción a escala industrial.

Como fuere, Bolivia, gracias a la GNRE y la COMIBOL, ya cuenta con un *know how* alternativo que le permitiría en principio proteger al altiplano sur boliviano de los peligros ambientales que significa la producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl con base en el “encalado”. Todo parece indicar, empero, que fue un razonamiento económico —como no desperdiciar los potenciales beneficios económicos de la existencia de magnesio en las salmueras del salar de Uyuni— el que llevó al Comité Científico de la GNRE a insistir en una investigación orientada a sustituir el “encalado” por una tecnología más apropiada. Es decir, no habrían sido principalmente consideraciones ambientales como las expuestas en este informe las que llevaron a la GNRE y a la COMIBOL a encontrar tecnologías alternativas a la del “encalado”, sino preocupaciones económicas coherentes. Pero ello importa en realidad poco; lo destacable más bien es que lo que parece una opción económicamente eficiente —salvar y cuidar el magnesio de las salmueras de Uyuni para su ulterior tratamiento y comercialización— resulta objetivamente ser también, para el caso de Uyuni, una mejor alternativa ambiental a la del peligroso “encalado”.

Por supuesto, la gran pregunta que se le debe hacer a la GNRE y a la COMIBOL a mediados de 2013 es porqué se está arriesgando a que la fase de producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y KCl en el salar de Uyuni y su enclave tecnológico de Llipi esté hoy dirigida hacia un serio daño ecológico del Sudoeste de Potosí, cuando las mismas GNRE y la COMIBOL cuentan con alternativas tecnológicas probadas en el nivel de laboratorio. ¿Cómo es posible que la GNRE y la COMIBOL estén propendiendo a opacar y reducir el perfil de urgencia de su propia investigación? Preliminarmente, la presente investigación considera que el despropósito de dar vía libre a la implementación en Llipi de la “línea de los cloruros” en desmedro y opacamiento de la investigación de la “línea de los sulfatos” se debe —léase en términos de hipótesis— a la presión que la GNRE sufre por parte de un cronograma de realizaciones que la lleva a avanzar por los caminos más rápidos para alcanzar sus metas de industrialización. Seguramente, la “línea de los cloruros” es más rápida y, por contraste, la “línea de los sulfatos” está “en pañales”. Pero una celeridad desencaminada puede llevar a la GNRE a desvirtuar todas las potenciales bondades ambientales y económicas de la industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni.

## **Impactos culturales, sociales y económicos**

Como se ha planteado en el primer acápite de este informe, la región del Sudoeste de Potosí y del entorno rural del salar de Uyuni está hoy bajo el grave riesgo de sufrir los efectos de la acumulación, a partir de 2016 y 2017, de un gigantesco pasivo ambiental constituido por los lodos o queques de hidróxido de magnesio y sulfato de calcio que la implementación en el enclave industrial de Llipi de la tecnología de la “línea de los cloruros” —“encalado” y agregación de sulfato de sodio a las salmueras de Uyuni incluidos— generará en Llipi. Si la planificación y la ejecución presupuestaria de la GNRE para la puesta en marcha del enclave tecnológico industrial de Llipi sigue el curso que hasta ahora se tiene definido, los ya ahora frágiles ecosistemas, biodiversidad, flora y fauna del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni serán probablemente severamente dañados, con serias secuelas económicas, sociales y culturales para sus poblamientos comunitarios rurales indígenas.

¿De qué poblamientos indígenas comunitarios rurales estamos hablando?

### ***El poblamiento indígena rural del SOP y el entorno del salar de Uyuni: Los primeros impactos culturales y económicos del proyecto de Llipi***

Si bastara con acogerse al crudo reduccionismo lingüístico con el que los Censos de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Bolivia han venido clasificando a los pueblos indígenas en el país en las últimas décadas, se podría con simplismo plantear —y haciendo drástica abstracción de la realidad y la historia específicas del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni— que la región —al Sur, al Este y al Oeste del gran salar— está habitada en sus áreas rurales por un pueblo indígena *quechua*, y que, en el Norte del salar, estaría habitada por un pueblo indígena *aymará*.

¿Qué hacer, sin embargo, con la población que en el entorno del Norte del salar habla tanto el *quechua* como el *aymará*? ¿Sería parte de un tercer pueblo —o como los nacionalismos puestos en boga por la nueva Constitución Política del Estado (CPE) quisieran, una tercera *nación*— indígena (*quechua-aymará*)?

Es preciso señalar, en todo caso, que las palabras *aymará* y *quechua* han sido históricamente nombres de lenguajes y no nombres de pueblos y que sólo desde un reduccionismo lingüístico que larva nacionalismos inconducentes es posible hablar en Bolivia de un pueblo *aymará* diferenciado de un pueblo *quechua*. Tales reduccionismos, por supuesto, no solamente terminan dividiendo políticamente en dos a la población indígena boliviana con raíces culturales andinas, sino que llevan a homogeneizarla en dos componentes estancos (el *quechua*, por un lado, el *aymará*, por el otro), anulando, además, la heterogeneidad de sus muy diversos *ayllus*, comunidades y *markas*, aparte de borrar y disolver la existencia factual y la misma realidad efectiva de varios específicos poblamientos particulares a partir de ejercicios clasificatorios que terminan convirtiéndolos ya sea en fantasmas —como es el caso de los *ayllus*, *markas* o comunidades rurales efectivamente bilingües

*quechua-aymará* hablantes—<sup>47</sup> o ya sea en entidades despojadas de su historia propia, como sucede muchas veces muy precisamente con los poblamientos indígenas del Sudoeste de Potosí .

Muy equivocadamente, en todo caso, podría decirse de la población rural del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni que ella hace parte del pueblo (o nación) *quechua*, en el Sur, y del pueblo (o nación) *aymará*, al Norte. Por la historiografía se sabe, por lo menos, que en época prehispánica tardía, la región del Sudoeste de Potosí y del salar —la región colonial denominada como Lípez— estaban habitados por grupos que ni habían hecho ni hacían parte de algunos de los llamados *reynos* o *señoríos aymará*-hablantes del altiplano hoy boliviano, ni habían sido aculturados en clave *inka* previamente a producirse la invasión de Europa. De hecho, aún no hay certeza sobre los idiomas que los grupos de la región del Lípez colonial —que incluía parte del Norte del salar de Uyuni— habrán efectivamente hablado previamente a las posteriores expansiones de Norte a Sur —apuntaladas por el inicio de la Colonia— tanto del *aymará* como del *quechua* sobre la región. Lingüística, cultural y organizacionalmente el Lípez prehispánico tardío *inicial* no hizo ni parte del diverso complejo de los señoríos *aymará*-hablantes de los altiplanos al Norte de Lípez, ni fue *inka*. Sólo a fines del prehispánico tardío y con la Colonia, Lípez pasó a ser modificado por la diseminación lingüística y cultural combinada de las influencias provenientes de los señoríos *aymará*-hablantes y el Tawantinsuyu, además de las influencias de la Colonia española.

Ni *aymará*, ni *quechua*, la población indígena rural actual del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni es producto de una combinatoria de influencias y dinámicas lingüísticas, culturales y organizacionales vinculadas i) a las realidades prehispánicas de los señoríos *aymará*-hablantes, del *Inkario* y de las propias y específicas particularidades de sus poblamientos *locales*, y ii) a los influjos de la Colonia española y de la historia más moderna de la Bolivia republicana. Rehuyendo el facilismo de la reducción lingüística y optando más bien por un enfoque que parte de y destaca la importancia de la organización social y espacial de los grupos humanos, parece más útil aproximarse al Sudoeste de Potosí y al entorno del salar de Uyuni buscando entrever la complejidad de sus poblamientos indígenas rurales a partir de los mapeos y las investigaciones etnocartográficas relevantes disponibles sobre la región. Para ello, partiendo de la elemental pero insuficientemente útil observación

---

<sup>47</sup> Que en rigor habría que referir en multiplicidad de casos como *trilingües*, dada la cada vez más inclusiva penetración y diseminación del español en el conjunto de los Andes bolivianos. Un ejemplo destacado de poblamiento *aymará-quechua* hablante en una región que el periodismo y la política suelen vulgarizar como *quechua* —el norte de Potosí— es el del inmenso *ayllu Pukwata* en el corazón mismo de esa región. Los *Pukwata* —aquí se trata del nombre efectivo de un grupo— son uno de los *ayllus* andinos norpotosinos destacados, en la literatura científica etnográfica y etnológica sería, por la importancia del *aymará* como lenguaje en la vida doméstica de su población y del *quechua* como lenguaje en su vida pública local, siendo además corriente el manejo del *español* por mucha de esa población para su relacionamiento con la realidad boliviana más amplia. Se trata, en todo caso, en los esquemas clasificatorios reduccionistas tipo INE, de un grupo fantasma ya que los *Pukwata* ni hacen parte de un supuesto pueblo (o nación) *aymará*, ni hacen parte de un supuesto pueblo (o nación) *quechua*. Nótese qué galimatías terminaría siendo el afirmar que, entonces, los *Pukwata* serían parte de los dos supuestos pueblos “aymara” y “quechua” que el reduccionismo lingüístico persiste en dar vida.

de que la población indígena rural de la región considerada es *aymará*-hablante al Norte del salar de Uyuni, *aymará* y *quechua* hablante en pedazos y bolsones lingüísticos del Norte, Noreste y Noroeste del salar, y *quechua*-hablante al Sur del mismo, observemos primero el siguiente mapa preliminar de ayllus y comunidades rurales del departamento de Potosí, resultante de la investigación realizada hace algo más de dos décadas por Ricardo Calla<sup>48</sup> y equipo (Mapa 1).

Como se puede colegir del mapa reproducido —y que fue elaborado entre 1991 a 1993 con base en una prolongada investigación etnográfica de campo y publicado a una escala 1:250.000—, las áreas rurales del departamento de Potosí estaban ocupadas a fines del siglo XX por cuatro tipos de unidades espaciales dedicadas a la agricultura, al pastoreo o a ambas actividades:

1. Los *ayllus*.
2. Las comunidades *originarias*.
3. Las comunidades *reconstituidas*.
4. Las haciendas, fincas y parcelas medianas y pequeñas de propiedad individual familiar de venta libre en mercados de tierras.

Pese a la década transcurrida desde su elaboración, este mapa preliminar todavía mantenía su validez a inicios del siglo XXI para contar con una noción genérica y de detalle, para el conjunto del departamento de Potosí, sobre las áreas con predominio territorial de los *ayllus*, con predominio ya sea de las comunidades rurales *originarias* o de las comunidades rurales *reconstituidas*, y de las áreas donde más bien prevalecían la propiedad privada rural y los regímenes de hacienda, fincas y parcelas.

Como se puede ver en el mapa, los *ayllus* —resaltados con colores distintivos diversos— predominaban, al finalizar el siglo XX y comenzar el siglo XXI, en el área septentrional del departamento —en la región comúnmente conocida como el *Nrte de Potosí*<sup>49</sup>— y también se los podía encontrar con plena vigencia hacia el *Sureste y el Sudoeste* potosinos<sup>50</sup>.

En todo caso, la región del Sudoeste de Potosí, revelando un escenario rural diferente al del conjunto del departamento de Potosí, mostraba la presencia solamente de *ayllus* y de comunidades rurales *originarias*. Las comunidades rurales *reconstituidas* y los regímenes de hacienda, fincas y parcelas medianas y pequeñas de propiedad familiar de venta libre en mercados de tierras no se detectaban en el

---

<sup>48</sup> También aquí consultor del CEDLA y responsable del presente informe.

<sup>49</sup> Sin duda, una de las subregiones de Bolivia más conocidas académicamente en el nivel mundial gracias a la investigación etnológica llevada a cabo e impulsada allí en los 1970s por los trabajos de, principalmente, Tristan Platt, Olivia Harris y Eduardo Godoy. Platt y Harris, además, publicaron en 1982 la primera aproximación etnocartográfica sobre la organización espacial de los *ayllus* en el Norte de Potosí, sentando las bases para la posterior investigación etnocartográfica ya de detalle de Calla y equipo en el departamento de Potosí.

<sup>50</sup> El mapa preliminar fue, hacia 1994, tanto el primer trabajo etnocartográfico que puso de manifiesto académicamente la fuerte vigencia de las organizaciones de tipo *ayllu* en el Sureste y el Sudoeste potosinos, como la primera publicación mayor de detalle etnocartográfico sobre todo un departamento de lo que luego sería una serie ininterrumpida de investigaciones etnocartográficas y publicaciones de mapas sobre los diversos pueblos y grupos indígenas de toda Bolivia, en particular de los de sus tierras bajas.



Sudoeste de Potosí —una región eminentemente altiplánica— a fines del siglo XX y comienzos del XXI. Por el contrario, el mapa muestra cuán fuerte había sido en la región de valles fluviales del Sureste potosino y del Norte de Potosí la penetración de la hacienda colonial y luego, sobre la base de la crisis del régimen hacendado acaecido con la Revolución de 1952, la emergencia en esos valles de un escenario combinado de *ayllus*, comunidades rurales *reconstituidas* y áreas con vigencia de haciendas remanentes, fincas y parcelas medianas y pequeñas de propiedad familiar de venta libre en los mercados de tierras.

*Ayllus* y comunidades *originarias* (o “de origen”, en la nomenclatura de la Reforma Agraria de 1953) eran, por el contrario, las unidades de organización social y espacial dominantes del altiplánico Sudoeste de Potosí y del entorno del Salar de Uyuni. Revisado con detalle, el mapa preliminar muestra cuáles eran, caso por caso y con sus específicos nombres, los territorialmente extensos *ayllus* y las similarmente vastas comunidades *originarias* del Sudoeste de Potosí al finalizar el siglo XX y arrancar el XXI. La configuración etnocultural de la región del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni remitía, pues, a un complejo mosaico de *ayllus* predominando al Norte, Noreste y Noroeste del salar y a un ámbito de comunidades *originarias* en el Sur del Salar, donde el *ayllu* mostraba haberse ido diluyendo dando paso al predominio territorial organizacional del *cantón* —una unidad administrativa y territorial estatal que pasó a tener creciente vigencia en Bolivia a partir de la Revolución Nacional de 1952— y que en el Sudoeste de Potosí se fue articulando con la territorialidad emergente de las comunidades *originarias* que, a su vez, fueron reemplazando paulatinamente la previa vieja organización espacial y social de los *ayllus* en el Suroeste extremo potosino.

Fundamentalmente, *ayllu* y comunidad *originaria* se diferenciaban en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar de Uyuni a fines del siglo XX y comienzos del XXI por un predominio y vigencia mayor en los *ayllus* de los sistemas de cargo de autoridades de raíz prehispánica y colonial temprana —*kurakas*, *mallkus* o *caciques* y *mama t'allas* o *mama taykas* en los niveles mayores, y de *jilankus*, o *jilaqatas* y *t'allas* o *taykas*, en los niveles menores y más locales—<sup>51</sup>, sin que esos sistemas de cargo hubiesen desaparecido totalmente en las comunidades *originarias*. En estas últimas, en todo caso, el predominio del sistema de cargos de autoridad de los corregidores —titulares y auxiliares—, como sistema de autoridades estatales de las comunidades, había producido el relegamiento y transformación de los sistemas de cargo de raíz prehispánica en un sistema de cargos ya sola o principalmente *festivos*. En las áreas donde el *ayllu* y los sistemas de cargos propios de los *ayllus* como cargos de *autoridad* se mantenían con vigencia fuerte, una relación de complementariedad y pugna entre *mallkus*, *kurakas* o *caciques*, por un lado, y los corregidores, por el otro, se había ido instalando de modo desigual dependiendo del caso.

<sup>51</sup> Según la nomenclatura en idioma *quechua* —*kurakas*, *jilankus*, *t'allas*— o en idioma *aymará* —*mallkus*, *jilaqatas*, *taykas*—, proviniendo el nombre *cacique* desde la región del Caribe, vía el avance de la invasión española en las Américas, a inicios de la Colonia.

Por otra parte, y complejizando más las cosas, desde los 1970s también en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar, se fue poniendo en boga el sindicalismo rural, siguiendo en su trayectoria de conformación el ordenamiento territorial estatal en provincias y cantones de los departamentos. Más adelante, los sindicatos rurales pasaron, además, a irradiarse a partir de la municipalización seccional puesta en marcha en Bolivia hacia 1994 en el marco de las reformas estatales impulsadas en los inicios de esa década. Ya a comienzos del siglo XXI, la región mostraba un complejo sistema de cargos de autoridades i) de raíz prehispánica —con todavía fuerte arraigo, capilaridad local y predominio en los *ayllus*—, ii) estatales —con más predominio en las comunidades *originarias*—, y iii) la presencia además de los cargos sindicales, con tenue arraigo local, pero con creciente fuerza en las capitales de provincia y municipales. En los 1990s, la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sur (FRUTCAS), con su sede en la ciudad de Uyuni y un disperso arraigo en la región, pasó a cobrar un creciente peso político como representación regional como parte de la Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia (CSUTCB).

Fue sobre ese contexto de comienzos del actual siglo XXI —marcado por una crecida del peso político sindical rural de FRUTCAS y por la presencia persistente de un poblamiento etnocultural rural definido y especificado por la organización territorial y social de los *ayllus* y comunidades *originarias* en la región del Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar de Uyuni— que el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos de la COMIBOL y la GNRE en Llipi, puesto en marcha en 2008, tuvo sus primeros efectos e impactos evidentes, *modificándolo parcialmente*.

Efectivamente, se puede afirmar de modo categórico que el primer impacto cultural importante del proyecto de Llipi —con posibles consecuencias políticas y sociales a largo plazo en la región, pero ya con efectos económicos prácticos inmediatos para los *ayllus* y comunidades rurales del entorno del salar de Uyuni— *es el de haber puesto en marcha una modificación parcial de la configuración y el carácter del poblamiento etnocultural rural en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del gran salar*. Para decirlo con otras palabras, el proyecto de Llipi ha dado curso a un proceso de reconfiguración parcial de la organización social y espacial del poblamiento indígena rural en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar de Uyuni abriendo la posibilidad de que hacia adelante cuajen en esa región procesos muy particulares y *hasta peculiares* de etnogénesis, alterando además otra vez la realidad nunca inmóvil y estática del largo plazo de la organización de los *ayllus* y las comunidades rurales del altiplano sur.

Para una adecuada comprensión de lo que ha venido ocurriendo en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar de Uyuni en los últimos años con respecto del proyecto de Llipi, es preciso destacar primero el rol clave que jugó —con lineamientos, activismo y movilizaciones— la misma FRUTCAS mencionada ya párrafos arriba para dar impulso y hacer nacer el proyecto de industrialización de los evaporíticos hoy implementándose en Llipi en el salar de Uyuni. Múltiples informantes han ratificado,

sin que nadie lo cuestione o deje de mencionarlo, ese papel central que FRUTCAS tuvo inicialmente alentando durante los primeros años del siglo XXI la necesidad de que Bolivia aproveche los recursos evaporíticos de las salmueras de Uyuni y participando luego en las discusiones y decisiones que llevaron a que finalmente, en 2008, el gobierno de Bolivia pusiera a andar el proyecto en Llipi. Desde su sede en la ciudad de Uyuni y generando un posicionamiento regional audible, FRUTCAS puede considerarse, sin dudas, como la organización social determinante para que el actual complejo tecnológico experimental y semi industrial de la COMIBOL y la GNRE en Llipi exista, con perspectivas incluso de convertirse a futuro en un gigante enclave industrial<sup>52</sup>.

FRUTCAS, en todo caso, no sólo incidió de modo capital alentando para que el gobierno nacional y la COMIBOL pusieran en marcha el proyecto de Llipi, sino que, además, jugó un papel igualmente crucial también para que los procesos de saneamiento y titulación de las llamadas Tierras Comunitarias de Origen (TCOs) puestos en marcha en Bolivia con la dictación de la Ley No. 1715 del Servicio Nacional de Reforma Agraria, de octubre de 1996, terminaran en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar de Uyuni —ya a fines de la primera década del siglo XXI, en 2010— tomando el curso que finalmente aconteció en las provincias Nor y Sur Lípez y Enrique Baldivieso al Sur del salar de Uyuni, como también al Norte, Este y Oeste del salar. Así, cuando el gobierno de Bolivia y la COMIBOL y la GNRE tomaron en 2008 la decisión formal y práctica de iniciar el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, FRUTCAS vio que la hora había llegado para lograr arrancarle al gobierno nacional un titulación de TCOs macro —literalmente de territorios gigantes— que abarcaron la casi totalidad de la provincia Nor Lípez y la totalidad de Sur Lípez y Enrique Baldivieso.

FRUTCAS, sin éxito, había venido planteando a los distintos gobiernos bolivianos que se fueron sucediendo uno tras otro en el país desde fines de los 1990s, una demanda de titulación de una TCO macro en el Sudoeste de Potosí —la denominada TCO de Nor Lípez— que abarcaba toda la demarcación administrativo-territorial de la provincia Nor Lípez y que incluía a todas las comunidades rurales *originarias* en esa provincia. Durante alrededor de una década, esa demanda de FRUTCAS al INRA había sido rechazada por su descomunal tamaño (alrededor de 2 millones de hectáreas) y por tratarse de una demanda de un sindicato agrario y no supuestamente de un “pueblo indígena”. La laxitud de las leyes para la titulación de TCOs en Bolivia, en todo caso, nunca ha resuelto suficientemente qué ha de considerarse propiamente como un “pueblo indígena”, abriendo espacio para que, en distintos lugares, el sindicalismo rural optara por demandar titulaciones de TCOs desde los sindicatos.

---

<sup>52</sup> Pese a su importante papel inicial en los años 2006 a 2008 como la principal impulsora para el arranque del actual proyecto de industrialización del litio en Llipi y a pesar del activo rol que desplegó entre 2008 a 2011 para consolidar la implementación del proyecto de la COMIBOL y la GNRE en el salar de Uyuni, FRUTCAS sufrió, sin embargo, más adelante, entre 2011 a 2012, un crudo relegamiento por parte de la COMIBOL y la GNRE del proceso de desarrollo del proyecto. La previa importante influencia de FRUTCAS en la definición y el diseño de las estrategias de la COMIBOL y la GNRE para el avance del proyecto se disolvió en 2012, principalmente por desentendimientos políticos y luchas de poder entre personas y grupos al interior de la COMIBOL y la GNRE.

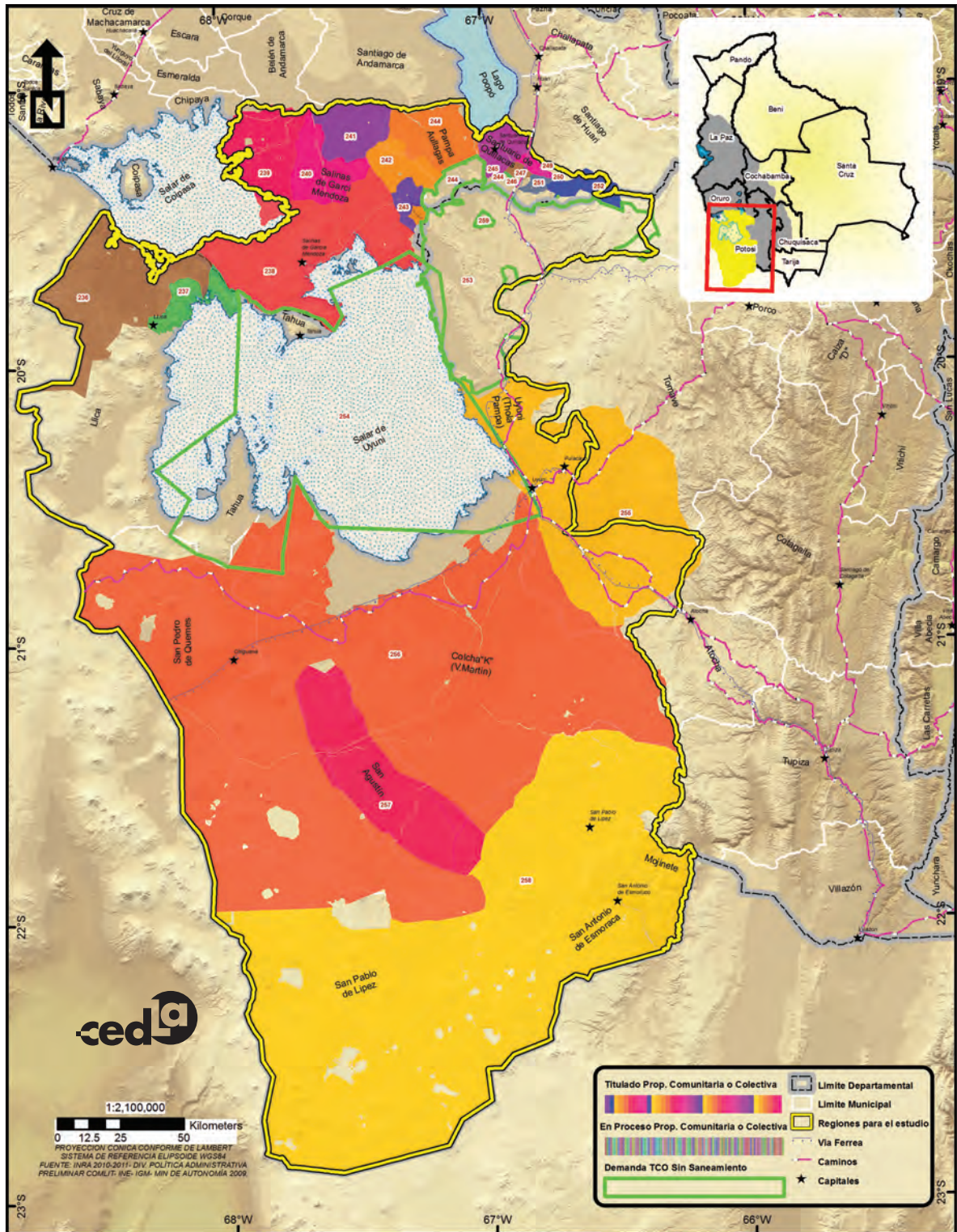
En el caso del Sudoeste de Potosí, la larga y frustrada espera de una década de FRUTCAS para consolidar la titulación de la descomunal TCOs de Nor LÍpez finalmente concluyó cuando, en 2010, el INRA, tras un rápido proceso de cumplimiento de los trámites legales necesarios y de la fijación negociada *in situ* —con FRUTCAS y sus representantes de comunidades— de las georeferencias y las demarcaciones de los territorios a titularse, emitió con todos los requisitos legales del caso, no solamente el título de la TCO Nor LÍpez, sino, además, de otras dos igualmente inmensas TCOs correspondientes a las provincias Enrique Baldivieso y Sud LÍpez. Significativamente, los títulos en cuestión se emitieron a favor de organizaciones que habrá que denominar, a falta de precedentes, étnico-sindicales o *sindicales-indígenas*. Así, hoy, en el Sudoeste de Potosí, existen tituladas con todas las formalidades de ley las TCOs de la *Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor LÍpez* (TCO-CUPCONL), de la *Central Única Provincial de Comunidades Originarias Enrique Baldivieso* (TCO-CUPCOEB) y de las *Comunidades Indígenas Jatun Ayllu, Juchuy Ayllu, Chawpi Ayllu* (TCO-CIJA-JA-CA) correspondiente a Sur LÍpez. Paralelamente, otras titulaciones de TCOs al Este, Norte y Oeste del Salar de Uyuni fueron aceleradas, consolidándose una buena parte del saneamiento y titulación de TCOs en el altiplano sur boliviano.

Efectivamente, como a continuación lo muestra el siguiente mapeo ya mucho más actual de las titulaciones de Tierras Comunitarias de Origen (TCOs) y de Territorios Indígenas Originarios Campesinos (TIOC) que, con base en la información cartográfica del INRA, fue sistematizado y armado entre 2012 y 2013 por un equipo del CEDLA como parte de un laboriosamente ejecutado proyecto de sistematización del estado del saneamiento y titulación de TCOs en Bolivia<sup>53</sup>, la macro región del altiplano sur de Bolivia en torno al salar de Uyuni ha sido marcada ella también por los procesos de saneamiento y titulación de tierras generados por la Ley del INRA de 1996.

Como se nota, la imagen de las delimitaciones territoriales en el altiplano sur proporcionadas por el Mapa 2, presentado por los investigadores del CEDLA, contrasta con la imagen sobre el poblamiento etnocultural rural en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar proporcionada por el mapa preliminar, de 1994, y permite visualizar las modificaciones jurídicas sobre la organización espacial previa de los *ayllus* y comunidades *originarias* que han sido introducidas recientemente en la región a partir del proceso de saneamiento y titulación de tierras allí llevado a cabo con base en la Ley del INRA de 1997. La riqueza e importancia de la agregación de la información cartográfica del INRA desarrollada por los investigadores del CEDLA es que con ella no solamente se puede hacer un seguimiento de detalle al proceso de saneamiento y titulación en el altiplano sur boliviano, sino que, además, esa agregación lleva a una mejor comprensión de cómo la organización espacial de los grupos etnoculturales es producto siempre de correlaciones de fuerza y luchas de poder y de procesos de etnogénesis y cambio cultural.

## Mapa 2

### Tierras altas - Tenencia de la tierra según saneamiento de la propiedad comunitaria o colectiva



Fuente: Compendio de espaciomas de TCO y TIOC en tierras altas. CEDLA, 2013.

Así, hay que destacar pues la llamativa invención política y cultural de las tres organizaciones de carácter etnosindical o sindical-indígena antes inexistentes en el Sudoeste de Potosí —la *TCO o TIOC Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lipez* (CUPCONL), la *TCO o TIOC Central Única Provincial de Comunidades Originarias Enrique Baldivieso* (CUPCOEB) y la *TCO o TIOC Comunidades Indígenas Jatun Ayllu, Juchuy Ayllu, Chaupi Ayllu* (CIJA-JA-CA), correspondiente a Sur Lipez— y que aparecen ahora como la huella de un proceso potencial de etnogénesis peculiar en el altiplano sur boliviano en el sentido de una invención y surgimiento de grupos indígenas o etnoculturales de un cierto tipo nuevo inédito que, en el caso de la TCO o TIOC-CUPCONL y la TCO o TIOC-CUPCOEB, sustituye —configurando un panorama más complejo en el Sudoeste de Potosí— la más corriente y común sinonimia conceptual previa en el mundo andino de lo “indígena” = “*ayllu*” con otra sinonimia, conformada ésta más bien a través de una determinación jurídica, donde lo “indígena” = “sindicato con TCO o TIOC”.

Como fuere, si a inicios del siglo XXI la configuración etnocultural de la región del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni remitía, como hemos ya dicho, a un complejo mosaico de *ayllus* predominando al Norte, Noreste y Noroeste del salar y a un ámbito de comunidades *originarias* en el Sur del salar, hoy la configuración etnocultural de la región del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni, aunque todavía remitiendo a ese mosaico de *ayllus* y comunidades *originarias* previo, ahora, en el Sur, a esas comunidades *originarias* se les han agregado y *superpuesto* —invisibilizándolas parcialmente, secundarizándolas relativamente y quizá incluso con el potencial de perjudicarlas de ciertos modos— tres entidades jurídicas etnosindicales con inmensas TCOs o TIOCs tituladas y que empiezan a ser parte del perfil etnocultural de la región<sup>54</sup>.

En todo caso, en el Sudoeste de Potosí, dos de estas tres entidades de tipo inédito —las de las provincias Nor Lipez y la de Sur Lipez— tienen mucho más territorio titulado que la mayoría de los *ayllus* con TCOs o TIOCs tituladas en todas las tierras altas de Bolivia y cuentan entre las organizaciones con los títulos de TCOs o TIOCs más grandes de todo el país. La magnitud de las tres TCOs o TIOCs mencionadas es en verdad impresionante: La TCO-CUPCONL cuenta con una superficie de 2.000.291,58 has.; la TCO-CUPCOEB cuenta con 234.060,67 has. y la TCO-CIJA-JA-CA cuenta con 1.557.532,30 has. de superficie. Juntas, las tres entidades referidas recientemente inventadas en el peculiar proceso de etnogénesis que parece haber despuntado en el Sudoeste de Potosí cuentan con un total 3.791.884,55 hectáreas tituladas como TCOs o TIOCs.

---

<sup>54</sup> Por la inmensidad espacial de las nuevas TCOs tituladas en el SOP, éstas podrían terminar convirtiéndose en meras realidades de papel sin contar con la suficiente capacidad organizacional para hacer prevalecer los derechos de las comunidades *originarias* frente a los intereses empresariales internacionales o bolivianos de explotar los recursos naturales en los territorios de esas comunidades sin suficiente reconocimiento de y atención a sus derechos constitucionales y necesidades materiales y sociales. La alternativa de que cada comunidad *originaria* en el SOP hubiese recibido un título de TCO para afirmar su derecho propietario colectivo sobre sus tierras no fue impulsada por FRUTCAS, perdiéndose con ello la posibilidad de una gestión de TCOs en el SOP quizá más sólida y fuerte a partir de las organizaciones comunales más locales y con mayor arraigo y capilaridad social.

¿Cómo es que sucedió esto? Muy simplemente: la demanda de titulación de la TCO gigante para Nor Lipez que FRUTCAS fue impulsando para el Sudoeste de Potosí, desde fines de los 1990s, se correspondió con la necesidad, a partir de 2008, que el gobierno de Bolivia y la COMIBOL empezaron a tener de impulsar y llevar adelante con rapidez un proceso de saneamiento y titulación de las tierras rurales en el entorno del salar de Uyuni para poder consolidar la gigante extensión de este salar mayor como de dominio territorial exclusivo y de reserva fiscal del Estado boliviano para propósitos de la industrialización de sus recursos evaporíticos. *Para llevar adelante el proyecto de Llipi, el gobierno de Bolivia y COMIBOL se vieron obligados a despejar a la brevedad posible la cuestión de los títulos jurídicos sobre el salar de Uyuni, salar sobre el que, hasta entonces, los ayllus y comunidades rurales de su entorno, también reclamaban derechos de propiedad.* Así, se dio un trato con ganancias y pérdidas para las dos partes involucradas. FRUTCAS, a cambio de concederle de modo formal y definitivo al Estado su dominio pleno sobre el salar, de cederle al Estado todos los derechos de uso y explotación del salar y de reconocer plenamente el carácter de reserva fiscal del salar, le impuso al Estado como condición el que Estado, a través del INRA, acepte y realice la titulación rápida de TCOs o TIOCs en el altiplano sur boliviano, incluidas las titulaciones tanto de la gigante TCO o TIOC de Nor Lipez como, aprovechando la urgente necesidad por parte del Estado de despejar la cuestión de los títulos de dominio sobre el salar, de otras dos gigantes titulaciones antes no demandadas, las de las TCOs o TIOCs de Enrique Baldivieso y Sur Lipez.

FRUTCAS obtuvo así los títulos para las tres inmensas TCOs o TIOCs de la Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lipez, de la Central Única Provincial de Comunidades Originarias Enrique Baldivieso y de las Comunidades Indígenas Jatun Ayllu, Juchuy Ayllu, Chawpi Ayllu. A cambio, sin embargo, los viejos ayllus y las viejas comunidades originarias del entorno del salar de Uyuni perdieron a favor del Estado todo derecho de propiedad sobre el salar —pese a que, durante algunos miles de años, los llameros que conformaron los distintos grupos etnoculturales que han poblado su entorno, llameros de quienes descienden principalmente los actuales poblamientos rurales de la región, fueron los únicos que produjeron sociedades de vida en los semidesérticos y alcalinos suelos altiplánicos del Sur boliviano— y cualquier derecho a algún beneficio económico o monetario directo —mínimo, menor o mayor— que la explotación de los recursos evaporíticos del salar como el litio o el potasio irá a generar<sup>55</sup>. Así, una antigua y orgullosa percepción de siglos entre los viejos ayllus y comunidades rurales de que el salar de Uyuni habría sido y sería suyo quedó jurídicamente cortada de cuajo y quizá para siempre.

Así, pues, si el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni iniciado por el gobierno de Bolivia y la COMIBOL en Llipi ya ha tenido en la región del Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar i) un primer importante

---

<sup>55</sup> Lo que, por supuesto, algún gobierno de Bolivia socialmente sensible y pendiente de los derechos indígenas constitucionalizados ya desde 1994 en Bolivia podría y tendría que remediar sin necesariamente negar ni lastimar el necesario dominio privilegiado del Estado sobre el salar y sus riquezas evaporíticas.

y fuerte impacto *cultural* —por la vía jurídica— al pasar a transformar la previa y de larga data configuración etnocultural de sus poblamientos indígenas organizados todavía a principios del siglo XXI en un complejo mosaico de *ayllus* y de comunidades *originarias*, induciendo, como se ha señalado, la etnogénesis en despliegue todavía muy inicial de un etnosindicalismo con base en títulos de inmensas TCOs y TIOCs, ii) el proyecto de Llipi ya ha tenido también un importante primer y muy áspero efecto económico —igualmente por la vía jurídica— sobre los viejos *ayllus* y las comunidades rurales de la región al negarles cualquier derecho económico o siquiera monetario *directo* sobre el salar y los evaporíticos como el litio, el potasio, el magnesio y otros.

En todo caso, con miras a remediar de algún modo la situación emergente tras las titulaciones de TCOs y TIOCs referidas, algunas organizaciones sindicales e indígenas del entorno del salar de Uyuni presentaron más adelante, en 2011, una demanda para titular al propio salar de Uyuni como TIOC. Así, como se puede visualizar en el mapa del CEDLA presentado sobre el estado del saneamiento de TCOs y TIOCs en el altiplano sur, toda una demanda de titulación sobre gran parte del salar —en trazo de color verde fosforescente— se hace evidente. La demanda para titular la TIOC denominada *Aransaya Maransaya* alcanza una extensión de 1.064.528,15 hectáreas y ha sido planteada al INRA cayendo hasta el presente en saco roto. De hecho, todo indica que la demanda en cuestión quedará arrinconada en alguna gaveta del INRA sin existir posibilidad alguna de que prospere, ya que el salar es ahora reserva fiscal y sus recursos evaporíticos se consideran constitucionalmente estratégicos para el desarrollo de Bolivia, lo que imposibilita que el salar sea cedido como TCO o TIOC a alguna entidad indígena.

Pero, ¿qué otros impactos culturales, sociales y económicos podrá tener el proyecto en Llipi sobre los *ayllus* y las comunidades rurales del SOP y el entorno del Salar?

### ***Otros potenciales impactos culturales, sociales y económicos positivos y adversos<sup>56</sup>***

Una vez más, retomando lo que se argumenta y se destaca con insistencia en el primer acápite de este informe, hay que reiterar que si la tecnología del “encalado” masivo es la que final y definitivamente se implemente en el enclave industrial de Llipi, los ecosistemas, la biodiversidad, la flora y la fauna del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni podrían ser muy severamente dañados. Ello implicaría serias consecuencias culturales, sociales y económicas adversas secuelas para los poblamientos de los *ayllus* y las comunidades rurales *originarias* de la región.

---

<sup>56</sup> Los diversos tópicos abordados en este subacápite de la consultoría CEDLA, cuyo informe entero final se publica en el presente libro, hacen parte de una geográficamente extensa visita de prospección de campo llevada a cabo en julio de 2013 en el entorno del salar de Uyuni y al interior de éste. Los tópicos tratados han sido cotejados con una revisión bibliográfica y de información de prensa lo más contemporánea posible. La prospección de campo referida fue realizada por Ricardo Calla Ortega y Pablo Poveda Ávila, a fines de mayo de 2013, con el apoyo y acompañamiento de Sue Yamamoto, investigadora doctoral del Queens College de la Universidad de Londres.

De hecho, como se señaló en el primer acápite de este informe, el desastre ambiental que podría producirse afectaría y dañaría tanto la economía del turismo, de la quínoa, de la llamería, de la agricultura y ganadería, y de la recolección de raíces, plantas y hierbas en la que en parte —no sólo—<sup>57</sup> se involucran los poblamientos de los *ayllus* y las comunidades en la región, dislocando aún más la sociedad rural del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar —ya de todos modos crecientemente dislocada y afectada por los impactos de la economía global sobre ella—, y disolviendo aún más de lo que ya viene ocurriendo la vieja cultura que los llameros del altiplano sur han dejado regionalmente como marca dominante en los *ayllus* y comunidades rurales *originarias* de esos latitudes.

Para empezar, entonces, el potencial desastre ambiental a provocarse por una industrialización descuidada del carbonato de litio y del cloruro de potasio que genere, desde Llipi, una cordillera de inverosímiles dimensiones de lodos con alto contenido de hidróxido de magnesio desechados como pasivo ambiental en acumulación incesante podría, al dañar los alcalinizados suelos del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar de Uyuni, provocar un despoblamiento agravado de los *ayllus* y comunidades rurales de la región.

La acentuación de las tendencias a tal despoblamiento —que ya son tendencias fuertes en las áreas rurales de la región— sería el impacto social más inmediatamente previsible de un desastre ecológico mayor acaecido a los suelos en el entorno del Sudoeste de Potosí. Tal impacto es de temerse seriamente y significaría la puesta en marcha de la liquidación y desaparición de la cultura de los *ayllus* y comunidades rurales por abandono de sus miembros de sus tierras de cultivo y pastoreo y la emigración de la población rural hacia otros destinos geográficos y de vida. La relocalización geográfica masiva, lo sabe muy bien Bolivia, quiebra las culturas de los lugares que la gente se ve forzada a abandonar.

Pero, para tratar estas cuestiones con alguna adecuación, corresponde en todo caso reconocer que —dadas la gran envergadura y las descomunales dimensiones planificadas para el enclave industrial de Llipi—, este enclave, con “encalado” masivo o sin él, generando graves riesgos ambientales o no, añadirá en cualquier caso —una vez que empiece a operar incluso a solamente un décimo<sup>58</sup> de su capacidad total planeada— una cierta cuota parte a los procesos —en algunos casos, de impactos negativos, pero, en otros, de impactos *positivos*— de urbanización y de influjos tanto desde la economía global y los mercados internacionales, como desde la economía y la sociedad boliviana más amplia, que las áreas rurales del Sudoeste de Potosí y del salar de Uyuni han venido experimentando con mucha fuerza ya desde inicios de los 1990s.

El altiplano sur boliviano, efectivamente, desde hace dos décadas, ha venido viviendo intensos, constantes y crecientes efectos de urbanización y de influjos de la globalización económica internacional sobre sus áreas rurales vinculados a los muy

<sup>57</sup> Para un esbozo actualizado sobre algunos de los rasgos más destacados de la economía rural, minera y regional en el macro entorno del salar de Uyuni, ver aquí el informe preparado por Pablo Poveda Ávila para el CEDLA.

<sup>58</sup> Es decir, aunque sólo fuere produciendo anualmente 3.000 TM de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y 70.000 TM de KCl.

fuertes procesos de cambio ocurridos en ese período en la región i) con el crecimiento de un turismo internacional y nacional, siempre en aumento, de visita al y prospección del gran salar de Uyuni, ii) con el incremento también expansivo y pujante de la siembra y cosecha de la quinua, iii) con la instalación y puesta en marcha de la gigante explotación minera a cielo abierto de la plata en el complejo transnacional de la corporación Sumitomo en San Cristóbal, al Sur del salar, e, incluso, iv) con el grave aumento delictivo del contrabando ilícito de vehículos motorizados, camiones y diversas mercaderías<sup>59</sup>, y del tráfico de cocaína y otras sustancias controladas en el Suroeste de Bolivia y sus fronteras con Chile y la Argentina<sup>60</sup>.

Evidentemente, para las poco pobladas áreas rurales y los campos del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar, el complejo tecnológico de Llipi no ha de ser —en este caso, desde los mercados internacionales del litio y del potasio— una *novedad* urbanizadora y de influjos desde la economía global y desde la economía y la sociedad boliviana más amplia, sino un elemento *añadido* a procesos de ya más de dos décadas de fuerte impacto regional urbanizador ligados a las diversas influencias económicas internacionales y bolivianas —aquí sólo muy somera, puntual y parcialmente mencionadas— sobre la región. El impacto urbanizador *agregado* del conjunto de los fuertes cambios en la región aquí solamente aludidos ha implicado y viene implicando en términos generales:

- i) la ampliación en el altiplano sur de las redes de transporte y comunicaciones;
- ii) el incremento del número de profesionales, técnicos y operarios especializados en los sectores de minería, de explotación de recursos naturales no renovables y de turismo provenientes con sus familias o no desde fuera de la región y del país;
- iii) modernizaciones y ampliación de las coberturas de los servicios de educación y de salud y de las prestaciones en el sector turismo;
- iv) la generación de mayores trasiegos de bienes de consumo y alimentos en un mercado interno regional en ampliación;
- v) la presencia expansiva de grupos y redes delictivas tanto en el nivel urbano como en el nivel rural en *ayllus* y comunidades, y
- vi) el crecimiento demográfico de la ciudad intermedia de Uyuni, pueblos capitales de provincia y municipales, y centros poblados mineros, dedicados a la explotación de recursos naturales no renovables o articulados al turismo, a) en desmedro y vaciamiento paulatino de la población rural de los *ayllus* y comunidades rurales, y b) por efecto de atracción inmigratoria de nuevos pobladores desde fuera de la región o del país.

---

<sup>59</sup> La Ley de Regulación y Saneamiento Vehicular, aprobada por el gobierno nacional a fines de mayo de 2011, permitiendo la legalización de los autos y motorizados de contrabando ingresados a Bolivia desde sus distintas fronteras en los últimos años ha tenido un impacto particularmente serio de aliento y consolidación de las redes del contrabando de motorizados en el altiplano sur boliviano.

<sup>60</sup> Ver aquí, otra vez, el informe la economía en torno del salar de Uyuni preparado por Pablo Poveda Ávila para el CEDLA.

En el marco del cuadro general así esbozado, es posible aseverar sin excesivos márgenes de equivocación que incluso si el enclave tecnológico industrial de Llipi sólo alcanzara una capacidad operativa efectiva para lograr, digamos reiterando, un *décimo* del total de las metas anuales de producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl que la COMIBOL y la GNRE se han propuesto —3.000 TM en el primer caso y 70.000 TM en el segundo—, su impacto urbanizador ha de ser de todos modos y en realidad muy significativo para el Sudoeste de Potosí y el entorno del salar de Uyuni al añadirse y sumarse a los procesos de cambio en la región producidos por los influjos desde la economía global y desde la economía y la sociedad boliviana más amplia sobre ella. En rigor, Llipi, al *sumarse* a esos influjos, en rigor, ha de *multiplicar*, al modo de la levadura sobre la harina, los impactos urbanizadores —negativos y positivos— de los influjos de la economía global y boliviana sobre el altiplano sur del país, ampliando y arraigando aún más la tendencia dominante de la región a modernizarse y, finalmente, *a alojar una masa cada vez grande y creciente de circulante* con todo lo que ello implica para bien y para mal en una economía regional.

Pero, ¿cuánto más efectiva y realmente ha de influir en el altiplano sur el proyecto del enclave tecnológico industrial de Llipi en términos de todo lo referido en los incisos i) al vi) y en términos de modernización y crecimiento del circulante?

Ello, en rigor, depende de la escala efectiva y real que llegue a tener finalmente el proyecto de Llipi<sup>61</sup> y de la opción tecnológica que se escoja —la “línea de los cloruros” o la “línea de los sulfatos”—<sup>62</sup> para el desarrollo del proyecto del enclave industrial al Sureste del salar de Uyuni.

Si la opción es la del “encalado” masivo en la primera etapa de las evaporaciones en piscinas de las salmueras —lo que, como se vio, requiere como añadidos extras imprescindibles siquiera de una planta de cal gigante y de la importación masiva de sulfato de sodio y, por tanto (y sólo considerando lo que esa planta y esa importación implican como unidades extra), más medios de transporte, más personal contratado, mayores cantidades de agua a usarse y, posiblemente, más piscinas construidas— *la complejidad y escala del proyecto del complejo industrial de Llipi inevitablemente se amplifica y agranda*. Con ello, también ineludiblemente se amplificarán y agrandarán —en directa relación con las dimensiones que tome el volumen del “encalado” masivo— los impactos ecológicos, culturales, sociales y económicos que el enclave podría tener sobre la región del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar.

Por una parte, entonces, para destacar y reiterar un aspecto inevitable de la situación que se está configurando en el Sudoeste de Potosí, ocurre que, *sin que importe su escala*, el proyecto industrial de Llipi de la COMIBOL y la GNRE impactará en cualquier caso y de todos modos *significativamente* cultural, social y económica-mente la región del altiplano sur boliviano, ya con sólo sumar su cuota parte a los

---

<sup>61</sup> Cuestión ésta que obviamente no depende tan solamente de los financiamientos y de las capacidades gerenciales y tecnológicas con que cuenta Bolivia, sino también de las alzas y bajas en los mercados internacionales del litio y el potasio.

<sup>62</sup> Ver acápite previo de este informe.

influjos de la globalización económica y la dinámica de los mercados internacionales sobre esa región. Dicho de otro modo, y para empezar a retomar algunos de los hilos temáticos gruesamente esbozados en la *Introducción* a este texto, el proyecto de Llipi apunta a ser, *debido al contexto ya preexistente en la región del entorno del salar*, un enclave tecnológico industrial NO de *tipo burbuja* —muy autosuficiente, poco conectado a su entorno regional y con niveles bajos de impactos culturales, sociales y económicos sobre el *binterland* rural del Sudoeste de Potosí y del gran salar—, sino más bien un enclave de *tipo esponja activa* —en parte dependiente de su entorno regional y rural, más articulado al mismo y con niveles importantes de impactos culturales, sociales y económicos sobre el ámbito rural del Sudoeste de Potosí y del gran salar. Si el contexto es siempre un determinante del *tipo de enclave* que ha de tender a ser un complejo tecnológico industrial, este truismo vale, para Llipi, literalmente.

Por otra parte, desde la perspectiva más específica de lo que podría ocurrir en el caso de que la “línea de los cloruros” se imponga como la predominante en Llipi, el enclave del *tipo esponja activa* que ha de terminar siendo en tal caso el complejo tecnológico industrial de la COMIBOL y la GNRE en el Sur del salar de Uyuni dependerá aún más de su entorno regional, se conectará y articulará mucho más con el mismo y tendrá unos impactos culturales, sociales y económicos regionales de carácter urbanizador y paralelamente *desruralizador* reales y efectivos muchísimo más fuertes e incluso inmensos —hasta posiblemente induciendo, como ya se planteó, un vaciamiento severo de la población rural de los *ayllus* y las comunidades rurales del altiplano sur—. Si la opción técnica que se ha de terminar escogiendo definitivamente para el enclave de Llipi es la del “encalado” masivo y no la “línea de los sulfatos”, un posible daño desastroso que acaezca a los alcalinos suelos del Sudoeste de Potosí y el entorno del salar de Uyuni debido a la generación de una cadena de cerros de lodos cargados de hidróxido de magnesio podría provocar un despoblamiento mayor de las áreas rurales de la región, lo que sin duda sería el impacto *descampesinizador* y *desruralizador* más radical y crudo del proyecto de Llipi.

Pero, incluso si tal *descampesinización* mayor no ocurriera en la región gracias a la introducción de salvaguardas de amortiguamiento para contenerla, los impactos demográfica y culturalmente *urbanizadores* del proyecto de Llipi sobre el Sudoeste de Potosí y el entorno del salar —incluidas sus áreas rurales— podrían de todos modos llegar a ser muy grandes si en la COMIBOL y la GNRE se opta por la tecnología del “encalado” masivo y el complejo de Plantas Industriales de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl, Planta Industrial de Cal, importación masiva de sulfato de sodio, más medios de transporte y comunicación, más personal contratado, más fuentes y redes de energía requeridas, más piscinas construidas, más obras para la provisión de agua, para mencionar sólo lo más obvio, que ello implica.

Revisemos, primero, el tema de los posibles impactos demográficos urbanos en la región. Preliminarmente, aunque éste es un aspecto que deberá ser cuidadosamente monitoreado y seguido en el futuro, existe un cierto consenso entre los diversos

entrevistados para la presente consultoría que el proyecto de Llipi —como, en general, la gran mayoría de los proyectos de producción, en las diversas locaciones del planeta, de minerales asociados a salmueras con base en tecnologías contemporáneas de punta— no ha de incidir mayormente en la generación de empleo sostenible *directo* de altas remuneraciones salariales en las plantas del enclave industrial para los habitantes rurales de la región de los salares. Incluso, puede preverse que no se generará en las plantas empleo sostenible *directo* amplio de altas remuneraciones salariales ni siquiera para el caso de los vecinos y pobladores de las ciudades y pueblos de cabecera de la región. Más bien, la mano de obra altamente calificada y mejor pagada será seguramente reclutada principalmente fuera de la región para trabajar en las plantas.

La estimación de las cifras de empleo *directo* de personal alta y medianamente calificado proveniente desde fuera de la región a ser generado por el proyecto del complejo tecnológico de Llipi es aún incierta y no parece que será mayor<sup>63</sup>. Una visita del equipo CEDLA a las actuales plantas de Llipi, en todo caso, ha detectado, por otro lado, que *sí* efectivamente hay en ese enclave un proceso de entrenamiento de mano de obra técnica local y de personal con algún grado de formación profesional previa —por ejemplo, de profesores normalistas— reclutado en la misma región. Sin embargo, la estimación de cifras sobre el posible empleo directo a ser inducido por el proyecto de Llipi de personal medianamente calificado o con alguna formación profesional previa proveniente desde la misma región del altiplano sur es, por ahora, incluso más incierta.

Como fuere, aunque con cifras todavía no disponibles, pareciera que el proyecto del enclave industrial en el salar de Uyuni generará principalmente empleo sostenible directo para personal alta y medianamente calificado de fuera de la región del altiplano sur. Este personal pasará a engrosar las poblaciones urbanas, ya sea la ciudad de Uyuni o los centros urbanos de la región próximos a las instalaciones de Llipi (y, en su caso, a las de la Planta Industrial de Cal por ahora planificada) o irá a habitar en los campamentos adjuntos a las propias plantas del enclave tecnológico de Llipi o de producción de cal. Similarmente, pero quizá secundariamente, también algún personal medianamente calificado o con alguna formación profesional proveniente desde la misma región del Sudoeste de Potosí y del entorno del salar pasará a habitar y engrosar, si no lo hace ya, la demografía urbana de Uyuni o los centros urbanos o campamentos de la región.

Por otro parte, también es previsible que en las diversas actividades vinculadas directamente al funcionamiento del conjunto del proyecto del complejo industrial de Llipi —transporte y comunicaciones, dotación de energías, aprovisionamiento de agua, servicios de mantenimiento y de vigilancia y otros— se generará empleo sostenible *directo* para personal con baja o ninguna calificación previas —choferes, operarios, ayudantes— proveniente tanto desde fuera de la región como desde dentro de ella

---

<sup>63</sup> Algunas cifras preliminares de proyecciones de empleo del proyecto en el salar de Uyuni son aquí presentadas en el informe elaborado por el Ing. Juan Carlos Montenegro.

*e, incluso, desde las áreas rurales de la misma.* Seguramente, parte de ese personal engrosará la población de los centros urbanos y los campamentos ligados al proyecto en Llipi, aunque otra parte, previsiblemente menor, podría seguir habitando sus poblados rurales locales de origen. En todo caso, la demografía urbana en el Sudoeste de Potosí apunta, con el enclave de Llipi y sus otras plantas e instalaciones asociadas, a ser incrementada con base en el empleo *directo* que el proyecto del complejo industrial de Llipi genere cuando pase a implementarse y desplegarse.

Antes de seguir, importa como fuere remarcar que el personal reclutado localmente en la región para los trabajos y actividades de baja o ninguna calificación previa podría en todo caso ser muy significativo si el proyecto de Llipi opta por la línea del “encalado” masivo. Dicho de otro modo, el proyecto potencialmente más nocivo en lo ambiental para el Sudoeste de Potosí y el entorno del gran salar podría ser el proyecto más beneficioso laboralmente en términos de generación de trabajo asalariado sostenible de bajos ingresos. Efectivamente, por su mayor escala, complejidad y carácter, un proyecto como el del complejo industrial de Llipi que optase por el ambientalmente desastroso camino de la denominada “línea de los cloruros” incidiría sustantivamente en la ampliación del mercado laboral en el altiplano sur, con todo lo que ello podría implicar en términos de impactos culturales, sociales y económicos con efectos de mayor urbanización de la región, aunque en grueso detrimento de su actual importancia agrícola y ganadera, principalmente ligadas a la producción de quinua y a la llamería.

En cualquier caso, como sea que se perfile precisa y finalmente el futuro, lo evidente parece ser que efectivamente el actual proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos en el salar de Uyuni de la COMIBOL y la GNRE impulsará y dará mayor pábulo en el Sudoeste de Potosí y el entorno del gran salar —*por la vía de generar oportunidades menores o mayores de empleo directo como proyecto* y juntándose a los efectos de la globalización económica en la región— al actual crecimiento demográfico de la ciudad intermedia de Uyuni, de los pueblos capitales de provincia y municipales, de los campamentos mineros o extractivos dedicados a la explotación de recursos naturales no renovables, y de los centros urbanos articulados al turismo. Esto, como se dijo, será contribuido por el proyecto de Llipi a) por la vía del flujo inmigratorio que genere —de menor o de muy mayor tamaño— de nuevos pobladores desde fuera de la región o del país o b) por la vía de una relocalización poblacional —menor o mayor— al interior de la misma región en desmedro y vaciamiento paulatino de la población rural de sus *ayllus* y comunidades rurales.

A mayor empleo *directo* que genere el proyecto del enclave industrial tecnológico de Llipi, más fuerte será entonces el impacto demográfico urbano que ocasione. Por otra parte, a más grande sea la escala del “encalado” masivo que se utilice en Llipi, mayor será el empleo directo que este enclave en el Sureste del salar de Uyuni cree.

Pero, si las cifras del empleo directo que el proyecto de industrialización de los evaporíticos del gran salar generará son en rigor inciertas, incluso mucho más incierto es el tamaño del empleo *indirecto* que este proyecto irá a generar. Sin entrar en

mayores especulaciones al respecto, el tamaño del empleo *indirecto* que el proyecto del enclave de Llipi generará también está vinculado directamente a si la tecnología del “encalado” masivo ha de regir todo, parte o nada del proceso de producción de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl en las plantas de Llipi.

El empleo *indirecto* menor o mayor que el proyecto del enclave de Llipi creará en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar está vinculado a los emprendimientos e iniciativas, por parte de la población local de la región y sujetos económicos provenientes desde fuera de ella, de i) provisión de alimentos, ii) provisión de servicios de alimentación e insumos diversos, iii) diversión y entretenimiento, iv) transporte subsidiario, v) servicios bancarios y monetarios, vi) servicios de salud y hasta legales subsidiarios, vii) provisión de materias primas subsidiarias y viii) varios otros, ya sea para el personal de las plantas e instalaciones diversas del complejo industrial del proyecto de Llipi o para esas mismas plantas e instalaciones y el conjunto de los agentes económicos locales y externos que movilicen. Se trata de un empleo indirecto que, en conjunto y dependiendo de la escala y complejidad final del proyecto del enclave tecnológico de Llipi, podría significar todo un vuelco en la economía regional del altiplano sur. Una vez más, sin ahorrarse ninguna dificultad a quienes están tomando las decisiones en el nivel del gobierno de Bolivia sobre las alternativas futuras del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos en el salar de Uyuni, la “línea de los cloruros” o del “encalado” masivo arriesga a producir un desastre ambiental regional mayor, pero, podrían aducir los impulsores y apologistas de la línea del “encalado” masivo, generando mucho empleo y una significativa ampliación de la economía monetaria en la región.

El empleo *directo* e *indirecto* que el proyecto del enclave de Llipi generará en el Sudoeste de Potosí y en el entorno del salar —y con ello el surgimiento de mayores oportunidades potenciales para la mejora, aunque sea relativa, de los ingresos monetarios de la población urbana y rural en la región— ha de ser uno de sus impactos económicos más relevantes. De hecho, la posibilidad de que el proyecto de la COMIBOL y la GNRE en el salar de Uyuni incremente, si tiene éxito, las perspectivas de mayor empleo directo e indirecto y de mejora de los ingresos monetarios para los pobladores de la región explica en parte el alto interés que la mayoría de la población en la región tiene de que el proyecto se siga llevando a cabo y tenga todo éxito. Durante el trabajo de campo que los consultores del CEDLA realizaron en el área rural del entorno del salar de Uyuni para la presente consultoría, el criterio unánime de los distintas personas de los *ayllus* y comunidades *originarias* entrevistadas es que el proyecto de la COMIBOL y la GNRE de industrialización de los recursos evaporíticos en el gran salar ha de ser importante y beneficioso para la región y quizá también para ellos.

Por ahora, los pobladores de los *ayllus* y comunidades *originarias* del altiplano sur no se han enterado aún sobre los posibles daños ambientales que el proyecto en Llipi podría provocar sobre los suelos y campos donde llevan a cabo su llamería y su cada vez más exitosa y pujante producción de quinua. Expectantes e ilusionados

con relación a la “producción industrial de litio” en el salar de Uyuni, los *ayllus* y comunidades rurales de la región esperan que el proyecto en Llipi les traiga beneficios monetarios, mejoras “económicas”.

Lentamente, si el proyecto de Llipi sigue carreteando y despegando industrialmente, la mejora de los ingresos monetarios para algunos segmentos de la población urbana y rural de la región puede, efectivamente y sin exitismo, darse y hay que considerarla previsible toda vez que se añadiría a lo que viene ya ocurriendo con el auge de la quinua, el turismo, la gran minería y hasta el contrabando y el tráfico de sustancias controladas. Por supuesto, como en toda ampliación de las economías monetarias y un paralelo crecimiento de la importancia económica de una región, es probable que el proyecto del complejo industrial en Llipi jale importantes mejoras, en verdad imprescindibles, en términos de los servicios de salud y de educación existentes en la región. Que el altiplano sur ha dejado de ser mirado como el último confín de Bolivia para ahora ser noticia permanente por la gran minería en San Cristóbal, el crecimiento espectacular del turismo hacia el salar, el vigor incesante de la producción de la quinua y por los continuos sobresaltos que en la región son producidos por contrabandistas y traficantes de droga, hoy se manifiesta casi con perfiles de ficción mediática por la resonante bulla que ha producido en 2013 el anuncio del gobierno de Bolivia de que la carrera del Dakar atravesará la región del gran salar de Uyuni. En todo caso, el altiplano sur ya no está “fuera del mundo” y, por la vía positiva, el proyecto de Llipi tendrá un impacto social y económico apuntalando la llegada de mejores servicios de salud, de mayor cobertura educativa y de algunos mejoramientos de los ingresos monetarios de su población.

Pero, igualmente por supuesto, un agrandamiento y ampliación de la economía monetaria y de la importancia económica de una región conllevan siempre también potenciales impactos culturales, sociales y económicos adversos y negativos para ella. La consecuencia *social adversa* más general de la ampliación de la economía monetaria en el caso del altiplano sur boliviano y de la importancia económica de esta región —ampliación e importancia a las que contribuirá significativamente el proyecto industrial de Llipi, *si no termina produciendo un desastre regional ecológico y ambiental mayor*—<sup>64</sup>, ha de ser, obviamente, la acentuación de sus propensiones contemporáneas hacia un creciente predominio de la urbanización de sus áreas rurales y de su subsunción a la vez social y cultural en los marcos del diverso mundo urbano global. En el altiplano sur, pues, el futuro parece que también será el de la creciente y mayor penetración de los medios de comunicación y las TICs, el de la economía de mercado, el de las músicas y sones comerciales del facilismo *villero*, el del mucho alcohol con alguna dosis de cocaína, el de crecientes anomías sociales, inseguridad ciudadana y delincuencia. El viejo mundo llamero del Sudoeste de Potosí y el entorno del salar de Uyuni, en todo caso, anclado en todo un largo y complejo pasado de cultura y sociedad prehispánica, parece estar ya en retirada y,

seguramente —aunque contribuyendo a que la región lleguen mayores y mejores servicios de salud, más escuelas y colegios, más bonos para los ancianos, las mujeres y los infantes—, el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos en el gran salar aportará su cuota para que ese mundo de la llamería trajinante quede finalmente como un residuo ya sólo *folklórico* y para turistas<sup>65</sup>.

¿Es esa la única alternativa? Sin duda, tal pregunta excede el marco de una consultoría definida para analizar los impactos culturales, sociales y económicos del proyecto de industrialización del  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y de KCl en las plantas de Llipi. Pero habrá que acordar que un análisis sobre los impactos culturales, sociales y económicos —vinculado además al tema del impacto ambiental— sobre las poblaciones indígenas rurales del altiplano sur del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos en el salar de Uyuni obliga a concluir formulando preguntas que tocan el fondo del carácter y la calidad de las sociedades y las culturas, en este caso de los *ayllus* y comunidades rurales *originarias* al Suroeste de Bolivia.

---

<sup>65</sup> Quién considere relevante conocer algún detalle sobre la cultura llamera del altiplano sur de Bolivia puede consultar, entre otros, a Ximena Medinaceli: *Sariri. Los llameros y la construcción de la sociedad colonial*, IEB, IFEA, ASDI-SAREC, 2011, y Ramiro Molina Rivero, *De memorias e identidades. Los aymaras y urus del sur de Oruro*, IEB, ASDI, Fundación Diálogo, 2006.



## BIBLIOGRAFÍA

### **Arteaga, Walter; Ormachea, Enrique y Paye, Lizandra**

2013 *Compendio de espaciomapas de TCO y TIOC en tierras altas. Tenencia de la tierra y recursos naturales en territorios originarios*. La Paz: CEDLA.

### **FAUTAPO**

2008 *Fertilidad, uso y manejo de suelo en la zona del intersalar 1. Departamentos de Oruro y Potosí*. La Paz, abril,

### **Hervé, Dominique; Mita, Victor y Paz, Bernardo**

1999 “Sistemas de labranza para suelos salinos”. En: *Memorias Primer Congreso Boliviano de la Ciencia del Suelo*. La Paz, julio.

### **Sivila de Cary, Ruth y Angulo, Wilma**

2006 “Efecto del descanso agrícola sobre la microbiota del suelo (Patarani-Altiplano Central boliviano)”. En: *Ecología en Bolivia*, Vol. 41(3): 103-115, diciembre.

### **USGS**

2012 “Science for a changing world”. En: *Minerals Yearbook (Advanced Release)*. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lime/myb1-2012-lime.pdf>



**EL PROYECTO ESTATAL  
DE INDUSTRIALIZACIÓN  
DEL LITIO Y POTASIO  
EN BOLIVIA.  
IMPACTOS PREVISTOS**

Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo

Ing. Yara Montenegro Pinto



## **Introducción**

Bolivia se constituye en el único país del continente sudamericano donde el Estado toma a su cargo, por prerrogativa constitucional, el mandato de llevar adelante la industrialización de los recursos evaporíticos, y del litio en particular, por considerarlo, junto con el potasio, un recurso de carácter altamente estratégico.

Es en Sudamérica donde se encuentran las mayores reservas mundiales de litio, específicamente en la región que ha venido a denominarse el “triángulo del litio”, constituido por Bolivia (salar de Uyuni, Coipasa), Chile (salar de Atacama) y Argentina (salar del Hombre Muerto, Olaroz, Rincón). Los salares mencionados, entre los cuales el salar de Uyuni es el más grande del mundo en extensión y reservas, se encuentran ubicados en esta región geográfica junto con más de otros cincuenta salares considerados menores.

Con la excepción de Bolivia, el denominado “triángulo del litio” está bajo el dominio y explotación por parte de varias empresas privadas transnacionales desde hace más de dos décadas. Este hecho singular tiene antecedentes históricos vinculados al hecho que, en el último cuarto del siglo XX y principios del XXI, se impuso y desarrolló en Latinoamérica y en Bolivia el modelo económico neoliberal de reducción del rol y dimensión del Estado, de privatización de las empresas públicas, de los servicios básicos, de la salud y de la estructuración de sistemas gubernamentales y legislaciones al servicio del capital financiero para promover la inversión extranjera en la explotación de los recursos naturales. Esto sucedió también con los recursos del salar de Atacama, en Chile, y algunos salares en la Argentina, países en los que estas empresas consolidaron su presencia y dominio hasta el día de hoy. Ello no sucedió en Bolivia con relación a los recursos evaporíticos, pues el intento de la norteamericana Lithco (1989-1993) no pudo prosperar por el rechazo y movilización social de entonces.

**Figura 1**  
**Salares del “triángulo del litio” y empresas**



Fuente: Orocobre. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Argentina.

El caso particular y excepcional de Bolivia, donde la explotación de estos recursos está bajo el dominio exclusivo del Estado, se inicia desde el año 2008, momento en que asume la decisión de hacerse cargo de la explotación y transformación de los recursos evaporíticos, en pleno declive y crisis del modelo de libre mercado en la región y en el mundo.

Desde inicios del siglo XXI, las políticas neoliberales sucumbieron en gran parte del continente latinoamericano por la profunda crisis económica y social que generaron y permitió el surgimiento y fortalecimiento de nuevas corrientes reformistas, nacionalistas y antiimperialistas en la región. Es en este período que en Bolivia se produjo el ascenso al poder (2006) de un nuevo bloque social, de origen esencialmente indígena campesino, con una distinta visión de Estado que se propuso recuperar para sí los recursos naturales, recuperar o mejorar la renta petrolera, la renta minera e impulsar proyectos de industrialización que generen mayor valor agregado a las materias primas. Es en este contexto que debe comprenderse el hecho de que

el Estado boliviano, a instancias de la presión de organizaciones campesinas<sup>66</sup>, haya prestado especial atención en los recursos estratégicos que almacenan los salares bolivianos y, el año 2008, asumió la decisión de llevar a cabo su explotación y transformación en sales básicas a cargo de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), sin la participación de empresas transnacionales, quienes insistentemente intentaron tener presencia directa en ese emprendimiento<sup>67</sup>.

Para llevar adelante este desafío, las instancias gubernamentales adoptaron un plan denominado *Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia*, hecha pública el 21 de octubre de 2010 en conferencia de prensa por el Presidente Evo Morales (GNRE, 2010), que contempla desarrollar investigación, pilotaje, producción industrial de litio, potasio, materiales catódicos y baterías eléctricas de ión litio. La ejecución de este plan de industrialización fue encomendada a la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) de COMIBOL<sup>68</sup>.

La dimensión del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos y del litio, en particular, es el más grande que actualmente tiene la Corporación Minera de Bolivia. La inversión que representa el proyecto de industrialización del litio y otros derivados en Bolivia bordea el orden de los mil millones de dólares, con la particularidad de que se trata de una inversión 100% estatal<sup>69</sup> y se constituye en uno de los proyectos mineros de mayor inversión en el sector. La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos es la entidad gubernamental encomendada normativamente para llevar adelante este emprendimiento a nombre del Estado boliviano y nació supeditada a la estructura interna de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) para cumplir esa misión.

### **El carácter estratégico del salar de Uyuni**

La primera estimación de reservas del salar de Uyuni fue reportada en 1981 por la Office de la Recherche Scientifique et Technique Gutre-Mer<sup>70</sup> (ORSTOM) de Francia mediante la publicación del estudio *Los salares del altiplano boliviano, métodos de*

---

<sup>66</sup> La Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Sudoeste Potosino (FRUTCAS), el año 2007, presentó al gobierno una propuesta de industrialización 100% estatal de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni.

<sup>67</sup> Desde el año 2007, las empresas transnacionales Sumitomo, Mitsubishi, Bolloré, Vale, Kores y otras gestionaron y presionaron insistentemente a través de todos los resquicios gubernamentales para controlar o tener participación directa en la explotación de la reserva de litio más grande del planeta.

<sup>68</sup> Uno de los autores del presente trabajo, el ingeniero Juan Carlos Montenegro, ha estado ligado secuencialmente al desarrollo del proyecto estatal desde sus inicios a partir de instancias universitarias como Director del Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Materiales (IIMETMAT) de la UMSA desde el Ministerio de Minería y Metalurgia, como Jefe de la Unidad de Recursos Evaporíticos y No Metálicos, y como Director de Operaciones de la GNRE de COMIBOL hasta marzo de 2012. Por tanto, aquellas aseveraciones que no consignan fuente tienen su asidero en esa experiencia profesional y son de su exclusiva responsabilidad.

<sup>69</sup> La Ley Financiera del Presupuesto del Estado de la gestión 2011 y la de la gestión 2012 aprobaron un total de 885 millones de dólares para financiar el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, mediante crédito a ser otorgado por el Banco Central de Bolivia. Por su parte, la Corporación Minera de Bolivia dispuso 19,5 millones de dólares con recursos propios para la fase piloto del proyecto.

<sup>70</sup> Los primeros estudios más completos e importantes de los salares del altiplano boliviano y del salar de Uyuni, en particular, se iniciaron el año 1975 como parte de un programa de convenio entre la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y la ORSTOM de Francia, liderado por el investigador Francois Risacher.

*estudio y estimación económica* (Risacher y Ballivián, 1985), estableciendo la cantidad de 5,5 millones de toneladas métricas de litio equivalente, 110 millones de toneladas métricas de potasio y 3,2 millones de toneladas métricas de boro.

Estas cifras se han manejado oficialmente como las reservas existentes en todo el salar de Uyuni en varias publicaciones durante más de 25 años y, en algunos casos, todavía se lo hace, aunque posteriormente fueron ajustadas a 9 millones de toneladas de litio equivalente.

Es necesario aclarar cuáles han sido las consideraciones y parámetros establecidos en 1981 por la ORSTOM en este primer estudio de estimación de reservas (Ibídem. Págs. 117-123).

Las consideraciones geométricas del cuerpo del salar estudiado fueron asemejadas a un cilindro de superficie basal de 9.000 km<sup>2</sup> por una altura de 0,005 km (5 metros).

Las consideraciones de volumen adoptadas fueron las que se presentan en la Cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Consideraciones de volumen de la primera estimación de reservas del salar de Uyuni (ORSTOM)**

Superficie considerada del salar	9.000 km <sup>2</sup>
Espesor o profundidad del estrato considerado del salar*	5 metros (0,005 km)
Volumen total del cilindro considerado	45 km <sup>3</sup>
Volumen de sal (70%)	32 km <sup>3</sup>
Volumen de salmuera (30%)	13 km <sup>3</sup>

\* La perforación más profunda realizada en el salar de Uyuni el año 2004 por investigadores de la Duke University alcanzó a los 220 metros. Todavía no se han realizado estudios de la determinación de la profundidad total de este salar. En estos 5 metros de profundidad no se considera la presencia de estratos de lodo lacustre.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del estudio *Los salares del altiplano boliviano, métodos de estudio y estimación económica*, págs. 117-123. ORSTOM.

Es este volumen de salmuera de 13 km<sup>3</sup> el que ha sido considerado por Risacher y Ballivián para el cálculo de estimación de reservas del salar de Uyuni a partir de las concentraciones de litio, potasio y boro, como se observa en la Cuadro 2.

**Cuadro 2**  
**Reservas estimadas en el volumen de salmuera de 13 km<sup>3</sup>**

Elemento	Concentración en ton/m <sup>3</sup>	Reservas en toneladas
Litio	0,423 x 10 <sup>-3</sup>	5.500.000
Potasio	8,700 x 10 <sup>-3</sup>	110.000.000
Boro	0,247 x 10 <sup>-3</sup>	3.200.000

Fuente: ORSTOM. Pág.123. *Los salares del altiplano boliviano, métodos de estudio y estimación económica*.

Como se puede constatar, las reservas estimadas de 5,5 millones de toneladas de litio equivalente corresponden solamente a los primeros 5 metros de profundidad del salar de Uyuni. Esta profundidad considerada en el estudio se ha debido principalmente a las limitaciones en cuanto a perforaciones para el análisis químico de las muestras extraídas, pues gran parte de estas perforaciones, que han permitido además establecer las primeras iso-concentraciones del salar, han alcanzado solamente los cinco metros.

Es, por tanto, obvio que esta cantidad queda extremadamente corta si se considera que el salar de Uyuni tiene una profundidad mucho mayor que los cinco metros. Aún así, esta reserva de 5,5 millones de toneladas colocó al salar de Uyuni como uno de los yacimientos de litio más importantes del mundo.

Posteriormente, en un seminario realizado en octubre de 1987 y organizado por el Instituto de Geodinámica y Limnología (IGL)-UMSA, investigadores de la ORSTOM y la UMSA reportaron los resultados de sus últimos estudios, realizando una nueva estimación de las reservas del salar de Uyuni: 9 millones de toneladas métricas de litio equivalente, 6 millones de toneladas de boro y 150 millones de toneladas de potasio<sup>71</sup>. Esta nueva cifra de 9 millones de toneladas ha sido posteriormente refrendada por la USGS y, a partir de 2010, se la maneja oficialmente en algunas publicaciones.

A partir de agosto del año 2009, se inició la ejecución de un plan de perforaciones y pruebas de bombeo (GNRE, Memoria 2010, pág. 41) a cargo de la entonces Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos, hoy Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) de COMIBOL. Este plan de perforaciones fue concebido con el objetivo de cuantificar las reservas del salar de Uyuni a partir de perforaciones de mayor profundidad, así como determinar y contrastar las concentraciones de litio, potasio, boro y magnesio realizadas por estudios anteriores.

Entre los años 2009 y 2010, la GNRE ha realizado en el salar de Uyuni más de 200 perforaciones y pruebas de bombeo con profundidades entre 20 a 50 metros y muestreos sistemáticos para análisis químico, que superan varios miles/mes (GNRE, Memoria 2011, pág. 46).

Con base en los resultados obtenidos de ese trabajo y en los anteriores estudios reportados por Risacher y tomando en cuenta la perforación más profunda hasta ahora alcanzada [realizada por investigadores de la Universidad de Duke que llegaron hasta 220 metros de profundidad (GNRE, Memoria 2010, pág. 34)], la GNRE de COMIBOL ha establecido y reportado una nueva estimación de reservas, mucho mayor que la primera, pues las perforaciones alcanzadas y consideradas han sido más profundas y, por tanto, la masa en volumen de salmuera estudiada ha sido también mucho mayor. Según la GNRE de COMIBOL, la nueva cantidad reportada de reservas estimadas alcanzarían al menos a 100 millones de toneladas de litio equivalente y 2.000 millones de toneladas de potasio (Ibídem).

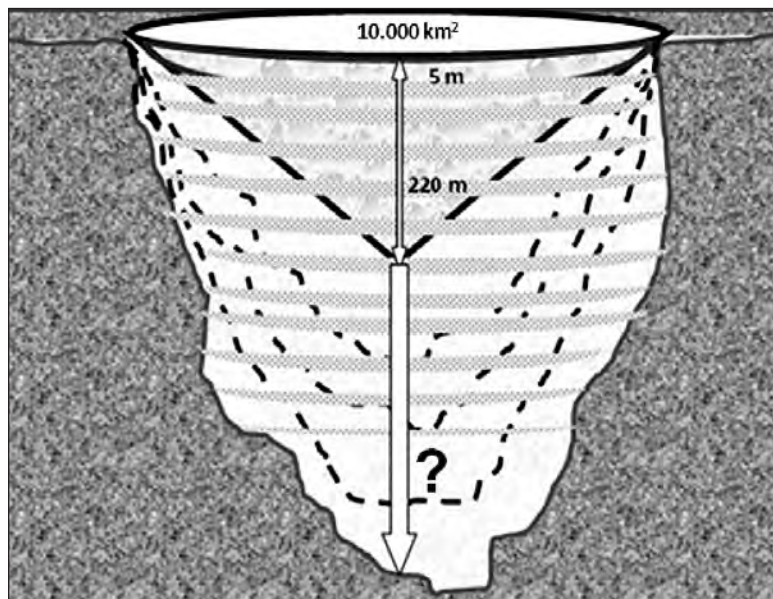
Los nuevos estudios realizados complementaron y validaron a los reportados por la ORSTOM y establecieron los parámetros base de la nueva estimación de reservas.

---

<sup>71</sup> Ciencia, Revista Universitaria de Investigación Científica, Año 1, N° 1. UMSA, 1988.

Las consideraciones geométricas del cuerpo estudiado del salar del Uyuni, a diferencia del cilindro de la ORSTOM, fueron asemejadas a un cono inverso de superficie basal de 10.000 km<sup>2</sup> por una altura de 0,220 km (220 metros de profundidad).

**Figura 2**  
**Cono inverso de 220 m de altura<sup>72</sup>**



Fuente: Elaboración propia, con base en GNRE, Memoria 2010.

Las consideraciones de volumen adoptadas por la GNRE de COMIBOL se presentan en la Cuadro 3.

**Cuadro 3**  
**Consideraciones de volumen de la nueva estimación de reservas del salar de Uyuni (GNRE-COMIBOL)**

Superficie considerada del salar	10.000 km <sup>2</sup>
Espesor o profundidad considerada	220 metros (0,220 km)
Volumen total del cono considerado	734 km <sup>3</sup>
Volumen de sal (70%)	514 km <sup>3</sup>
Volumen de salmuera (36%)	185 km <sup>3</sup>
Volumen de lodo lacustre (30%)	220 km <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia con base en resultados presentados en el Quinto Seminario Científico, 2011. GNRE-CCIREB.

<sup>72</sup> No se conoce aún la profundidad total del salar de Uyuni. Las franjas representan los estratos de salmuera y lodos lacustres.

El nuevo volumen de salmuera tomado en cuenta (185 km<sup>3</sup>) corresponde al 25,2% del volumen total del cono invertido, pues el mismo está constituido por un 70% de sal porosa sobresaturada en salmuera y 30% de lodo lacustre, distribuidos en diferentes estratos. De ese 70% de sal porosa (514 km<sup>3</sup>), el 36% es salmuera ocluida en los poros y susceptible de ser bombeada a la superficie.

A partir del volumen de salmuera determinada (185 km<sup>3</sup>) y con base en las concentraciones promedio establecidas por la GNRE, la cantidad de reservas estimadas se presenta en la Cuadro 4.

**Cuadro 4**  
**Reservas estimadas en el volumen de salmuera de 185 km<sup>3</sup>**  
**(GNRE-COMIBOL)**

Elemento	Concentración promedio en ton/m <sup>3</sup>	Reservas en toneladas
Litio	0,545 x 10 <sup>-3</sup>	100.825.000
Potasio	10,82 x 10 <sup>-3</sup>	2.001.700.000

Fuente: GNRE, Memoria 2010.

La segunda reserva mundial de litio se encuentra en el salar de Atacama y asciende a 7 millones de toneladas (Cochilco, 2009).

En cuanto al potasio, las mayores reservas del mundo se encuentran en Canadá, con 4.400 millones de toneladas, y en Rusia con 3.300 millones de toneladas (GNRE, 2012), por lo que, de acuerdo a la estimación de la GNRE, Bolivia estaría situada en el tercer lugar en cuanto con las reservas mundiales de potasio.

Con este nivel de reservas (100 millones de toneladas de litio equivalen a aproximadamente 530 millones de toneladas de carbonato de litio), las autoridades gubernamentales consideran que Bolivia puede asegurar al mundo la viabilidad para apostar por el litio en la producción masiva de acumuladores de energía eléctrica (baterías de ión litio) para motores eléctricos, en sustitución de los motores de combustión interna, además de otras aplicaciones en el campo de las energías alternativas<sup>73</sup>.

### **El mercado mundial del litio**

En los últimos ocho años, la demanda de litio en el mercado mundial ha tenido en promedio un crecimiento anual del 7 al 9% (Industrial Minerals and Metal Bulletin Research, a five year strategic Outlook for the lithium industry, 2009) y el promedio proyectado del periodo 2010 al 2025 alcanzaría un 10,4% de crecimiento anual (Desormeaux, Daniela. Signum Box, Litio-Demanda actual, potencial y proyecciones, 2013).

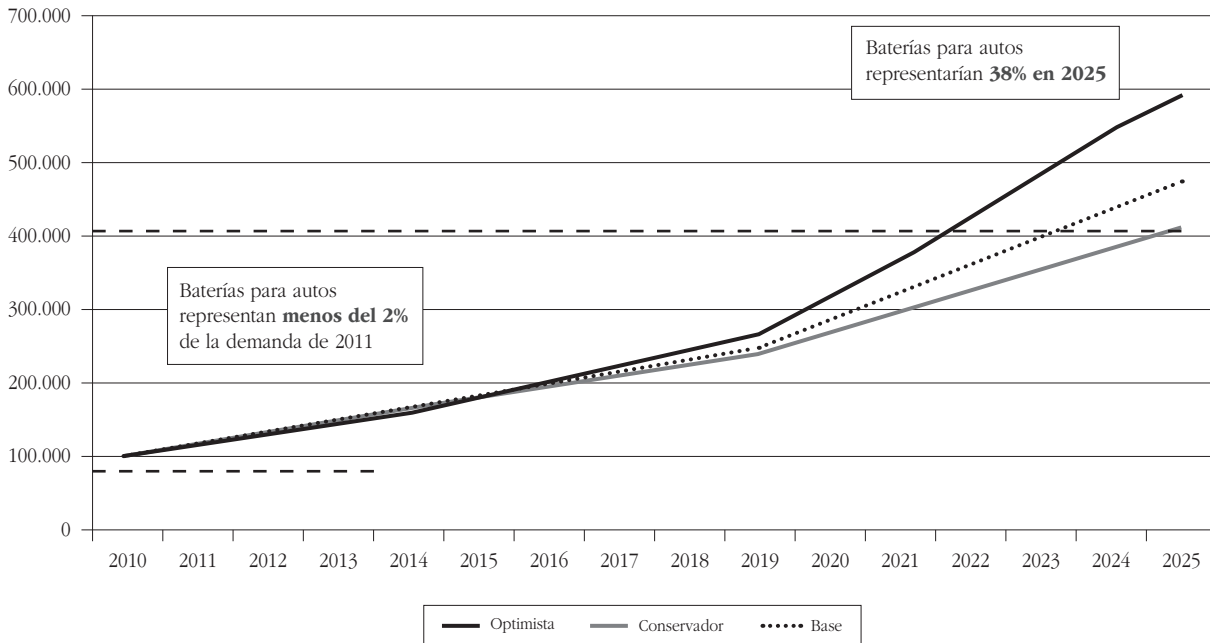
De acuerdo con estas proyecciones, para el año 2020, la demanda anual sería de aproximadamente 55.000 toneladas métricas de litio equivalente (TM LE), lo que

<sup>73</sup> Conferencia de prensa del Presidente Morales. 21 de octubre de 2010.

representa unas 290.000 toneladas métricas de carbonato de litio equivalente (TM LCE). Del mismo modo, el estudio de la Signum Box establece que la demanda para el año 2025 sería de 89.000 TM LE, es decir, 470.000 TM de carbonato de litio, lo que puede observarse en la Gráfico 1.

Según Signum Box, la actual demanda de carbonato de litio para el 2013 alcanzaría aproximadamente a 150.000 TM. La SQM estima que, en 2012, la demanda total fue sólo de 125.000 TM LCE (SQM. Memoria Anual 2012).

**Gráfico 1**  
**Consumo futuro de carbonato de litio en toneladas métricas**

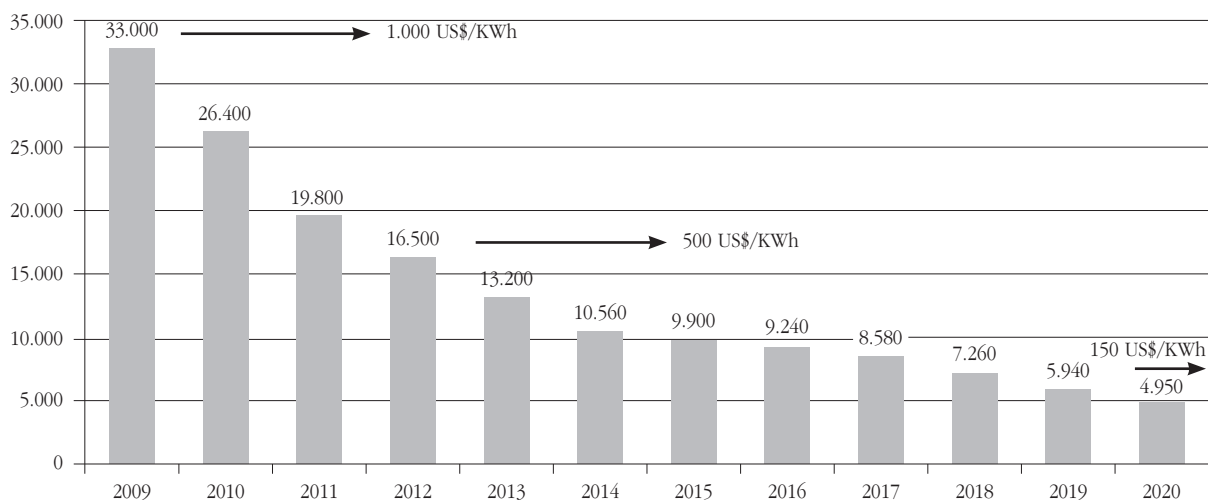


Fuente: Signum Box. Litio-demanda actual, potencial y proyecciones, 2012.

En esta proyección del mercado, se observa un salto positivo en la pendiente a partir de fines del 2019, lo que es coincidente con otros estudios que establecen que, a partir del 2020, la demanda de carbonato de litio destinado a los acumuladores de energía, de manera especial del sector de baterías para automóviles, tendrá un crecimiento más acelerado que el actual. Esto se debe a consideraciones tales como el acelerado desarrollo tecnológico que permitirá una significativa disminución del costo de la fabricación de baterías que impulsará su empleo masivo y, por otro lado, la tendencia del aumento del precio del petróleo y sus derivados.

**Gráfico 2**

**Evolución del costo de una batería ión litio de 33 KW/h para vehículo eléctrico**



Fuente: Signum Box. Desormeaux, Daniela. Litio-Demanda actual, potencial y proyecciones, 2012.

De acuerdo con el estudio de Signum Box (Gráfico 2), el costo de una batería de ión litio con una capacidad de 33 Kwh en el año 2009 alcanzaba a unos 33.000 dólares y se proyecta que para el año 2020 costará unos 5.000 dólares, lo que representaría una reducción de aproximadamente el 600% y sería uno de los factores determinantes para la masificación del uso de baterías de ión litio correspondiente a una mayor cantidad de fabricación de vehículos EV, HEV y P-HEV.

En cuanto a la evolución del precio del carbonato de litio, puede decirse que ha tenido tres periodos:

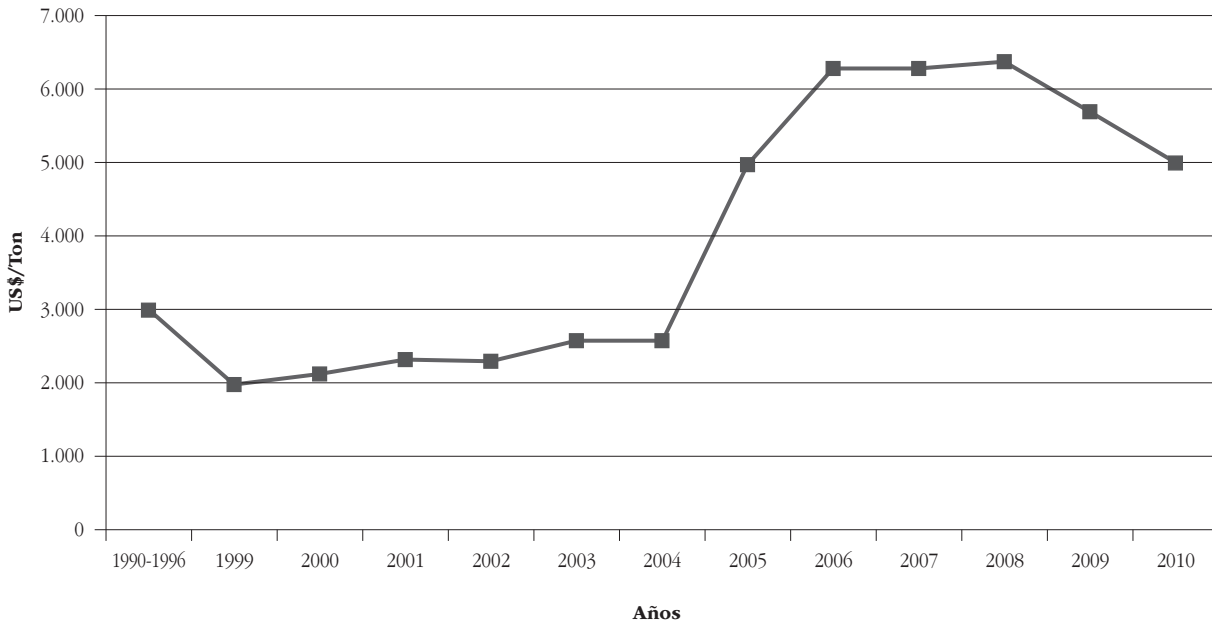
Un periodo comprendido entre 1990-1996 con un precio estable de 3.000 US\$/ton y un mercado controlado principalmente por la empresa Chemetall asentada en el salar de Atacama y en Silver Peak.

Un segundo periodo se caracteriza por la caída del precio hasta 1.800 US\$/ton debido al ingreso al mercado de la SQM el año 1996 (SQM. Memoria Anual 2012 [http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM\\_Corporativa\\_2012\\_v001\\_a734e5.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM_Corporativa_2012_v001_a734e5.pdf)). Este segundo periodo (1996-2004) mantiene un precio casi estable de 2.000 a 2.500 US\$/ton.

Un tercer periodo se inicia el año 2005, año en que se produce una significativa demanda de carbonato de litio para su empleo en baterías recargables, además de otros factores, que provocaron un pico del precio del carbonato de litio a fines de 2008, alcanzando superar los 6.000 dólares la tonelada. Este periodo se extiende aún hasta el año 2013 con un precio con tendencia a estabilizar entre los 5.000 y 5.500 dólares la tonelada de carbonato de litio. Se esperaría que hasta el año 2020 ese rango de precios se mantenga, pues existen varias estimaciones que el mercado estará bien abastecido hasta pasado el 2020 (Cochilco, 2011) por la generación de varios proyectos productivos en el mundo, incluido el salar de Uyuni.

Esta evolución del precio puede observarse en la Gráfico 3.

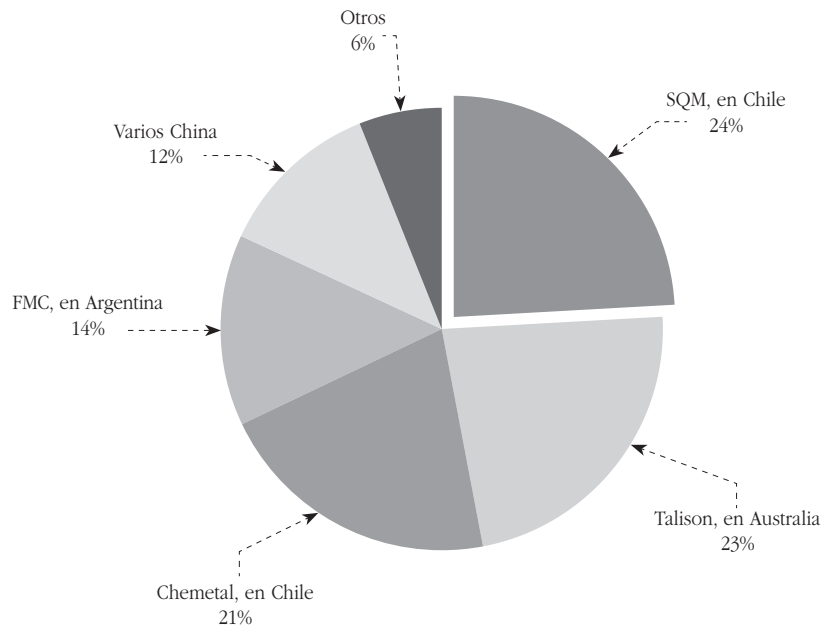
**Gráfico 3**  
**Evolución del precio de carbonato de litio**



Fuente: COCHILCO, con base en datos provenientes de "Industrial Minerals".

La oferta mundial de carbonato de litio está concentrada y controlada por las siguientes empresas:

**Gráfico 4**  
**Principales productores de carbonato de litio**



Fuente: Elaboración COCHILCO, con base en datos de Signum-Box (2010).

La incorporación reciente (2011) de la empresa Talison Lithium Limited, con una producción de aproximadamente 30.000 TM de carbonato de litio obtenido de concentrados de rocas evaporíticas, está siendo impulsada por la demanda y participación accionaria de la empresa china Chengdu Tianqi Industry Group, misma que tiene planes de convertirse en el mediano plazo en la mayor productora de litio en el mundo.

Una aproximación a la situación actual y la proyección de la oferta mundial de carbonato de litio se basa en la capacidad actual de los productores y los que se encuentran en fase de proyecto o ampliación. De acuerdo con la SQM, la capacidad de oferta mundial hasta el 2011-2012 alcanzaría a 176.900 toneladas de carbonato de litio/año<sup>74</sup> (Cuadro 5).

### Cuadro 5

#### Capacidad de producción de derivados del litio por empresa

Compañía	País de origen	Recurso	Yacimiento	Capacidad	
				miles tn LCE	%
SQM	Chile	Salmueras	Salar de Atacama	40,0	22,6
Chemetall	Alemania	Salmueras	Salar de Atacama	28,0	15,8
		Salmueras	Silver Peak	5,0	2,8
FMC	EE.UU.	Salmueras	Salar del Hombre Muerto	17,5	9,9
Citic	China	Salmueras	Lago Taijinaier	5,0	2,8
QLL	China	Salmueras	Lago Taijinaier	2,0	1,1
Tibel	China	Salmueras	Lago Zhabuye	2,5	1,4
Ni&Co	China	Espodumeno	Condado Maerkong	5,0	2,8
ABA	China	Espodumeno	Condado Maerkong	2,5	1,4
Minfeng	China	Espodumeno	Condado Maerkong	2,0	1,1
Tianqi	China	Espodumeno	Greenbushes	9,5	5,4
Panasia	China	Espodumeno	Greenbushes	4,0	2,3
XLP	China	Espodumeno	Keketuha/ Greenbushes	5,5	3,1
Jiangxi	China	Espodumeno	Ningdu	2,0	1,1
CBL	Brasil	Espodumeno	Cachoeira	2,3	1,3
<b>Químicos de litio</b>				<b>132,8</b>	<b>75,1</b>
Talison	Australia	Espodumeno	Greenbushes	31,0	17,5
Tanco	Canadá	Espodumeno	Bernic Lake	4,4	2,5
Bikita	Zimbawe	Petalita	Bikita y Al Hayat	6,0	3,4
Soc. Min. de Pegmatitas	Portugal	Petalita	Mesquitela y Guarda	2,0	1,1
Minera del Duero	España	Lepidolita	Mina Feli	0,7	0,4
<b>Concentrados de litio</b>				<b>44,1</b>	<b>24,9</b>
<b>Total derivados del litio</b>				<b>176,9</b>	<b>100,0</b>

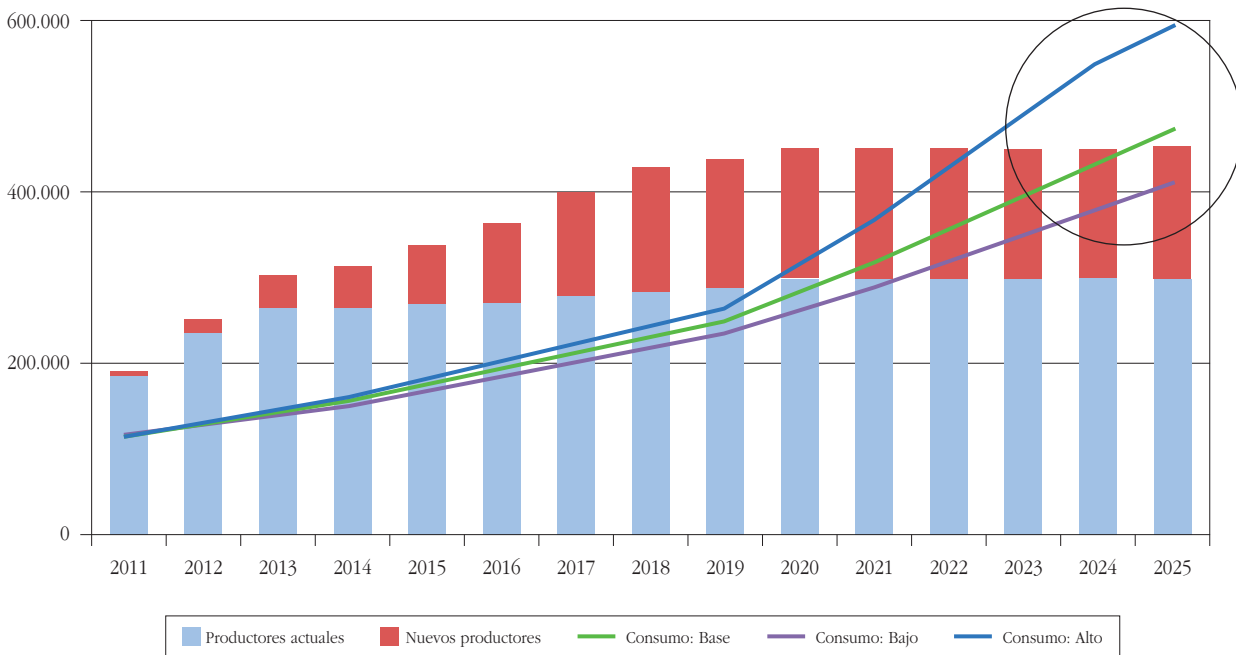
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de Argentina, pág. 24. Informe Especial, 2011.

<sup>74</sup> Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo. Melon, Argentina, 2011.

Considerando la demanda mundial de 125.000 TM LCE de 2012 reportada por la misma SQM (SQM. Memoria Anual, 2012), se tendría una capacidad de sobreoferta.

Por otro lado, de acuerdo con el estudio de Signum Box, la proyección de la oferta (o sobreoferta) respecto a la demanda puede observarse en la Gráfico 5.

**Gráfico 5**  
**Capacidad productiva y demanda mundial de carbonato de litio**



Fuente: Signum Box. Litio-Demanda actual, potencial y proyecciones, 2012.

Este fenómeno de capacidad de sobreoferta (impulsada por una expectativa de crecimiento acelerado de la demanda), al menos hasta el año 2022, es el factor que permite explicar la probable estabilidad del precio actual del carbonato de litio en los próximos 7 a 9 años.

### El mercado mundial del potasio

El potasio se explota y comercializa como:

Cloruro de potasio (KCl), también denominado muriato de potasio o MOP.

Picromerita ( $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$ ), denominado SOPM.

Sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) o SOP.

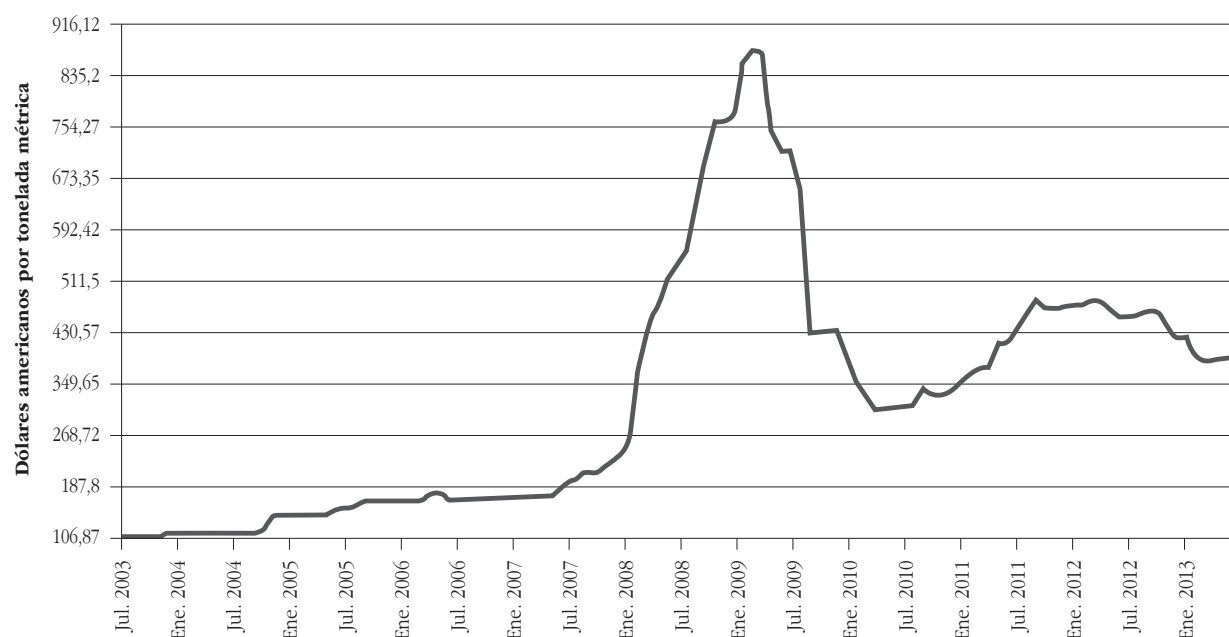
Nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) o salitre.

De todos estos productos, el cloruro de potasio es el principal fertilizante y contiene un promedio de 61% de  $K_2O$  equivalente.

Casi un 95% del potasio producido en el mundo es utilizado por la industria de fertilizantes destinados a la agricultura, ya sea directamente como cloruro de potasio o mezclado con otros nutrientes esenciales, como el nitrógeno y el fósforo.

Al año 2013, el precio del cloruro de potasio se encuentra alrededor de 400 dólares la tonelada y su evolución en el periodo 2003-2013 puede observarse en el gráfico siguiente.

**Gráfico 6**  
**Evolución del precio de cloruro de potasio**

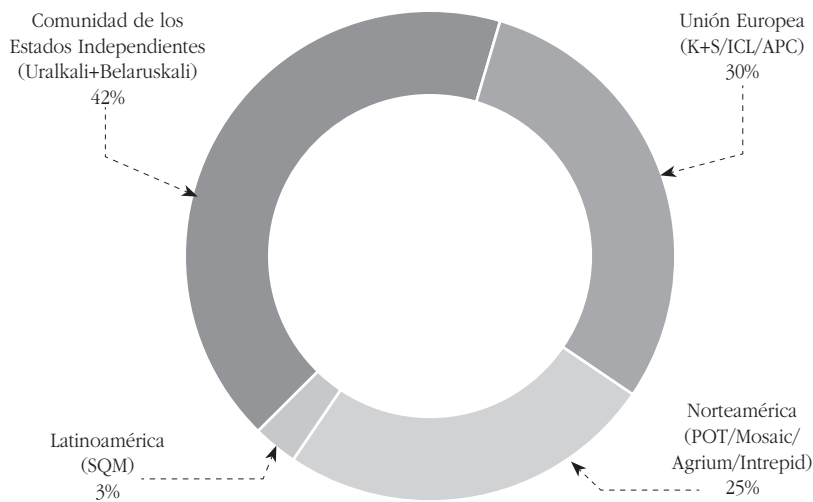


Fuente: Index Mundi.  
<http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=cloruro-de-potasio&meses=120>

A propósito, se debe mencionar que las primeras 250 toneladas de cloruro de potasio producidas en la Planta Piloto KCl del salar de Uyuni fueron vendidas en junio de 2013 por un monto de 480 dólares la tonelada métrica (<http://www.hoybolivia.com/Noticia.php?IdNoticia=84201>).

Las principales empresas productoras del mercado de potasio y su participación en porcentaje sobre un total de 50 millones de toneladas, según la Signum-Box, son las siguientes:

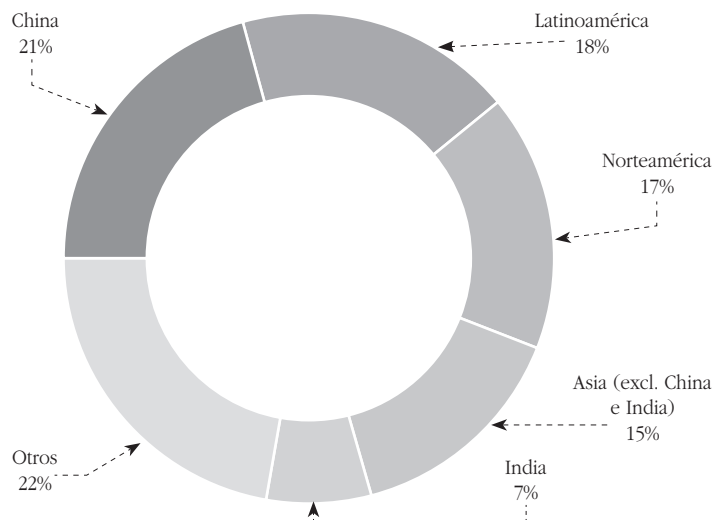
**Gráfico 7**  
**Principales productores de potasio**



Fuente: Signum-BOX Inteligencia de Mercados, Bloomberg, Departamento de estudios Morgan Stanley.

En cuanto al consumo, según el mismo estudio los principales países de destino de las exportaciones de potasio son:

**Gráfico 8**  
**Principales consumidores de potasio**



Fuente: Signum-BOX Inteligencia de Mercados, Bloomberg, Departamento de estudios Morgan Stanley.

En Latinoamérica, se destaca Brasil como el principal consumidor de fertilizantes potásicos. Ocupa el tercer lugar en la demanda y consumo del potasio producido

en el mundo, con aproximadamente 7 millones de toneladas y satisface sólo un 10% de sus necesidades nacionales mediante producción local. Este es un mercado cercano y potencial para los planes de producir potasio en Bolivia en volúmenes significativos.

Chile es un importante productor latinoamericano de potasio; sin embargo, sólo representa un 3% de la producción mundial y no satisface ni atiende a la demanda brasileña. Los principales productores mundiales son Rusia, Bielorrusia y Canadá, que generan más del 65% de la producción mundial.

Debe destacarse que la demanda latinoamericana de fertilizantes potásicos es satisfecha mediante importaciones desde Rusia, Bielorrusia, Canadá e Israel. Es evidente la necesidad de que surjan productores masivos de potasio en esta región y Bolivia podría jugar ese rol a partir de la producción del potasio de los salares de Uyuni y Coipasa, en volúmenes todavía mayores a los proyectados por la GNRE.

En los últimos 50, años el consumo de potasio ha crecido en un 400%, debido principalmente a una mayor y creciente producción mundial de alimentos. Entre 1960 y 2000, el uso mundial de fertilizantes potásicos aumentó desde 9 a 22 millones de toneladas y, en el 2011, la producción mundial alcanzó a más de 37 millones de toneladas (GNRE. Memoria Anual 2012. USGS-Mineral Commodity Summaries 2012) y, según la SQM, la demanda en el año 2012 fue de 50 millones de toneladas métricas (SQM. Memoria Anual 2012).

Aunque el precio del cloruro de potasio es menor que el de carbonato de litio, es también una oportunidad económica excepcional para los planes de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia. En el corto y mediano plazo, este rubro podría generar mayores ingresos que los provenientes por el litio, debido a la dimensión de la demanda de potasio y la posibilidad de producirlo en grandes volúmenes. La venta de una producción anual de un millón de toneladas métricas de KCl podría generar un ingreso bruto de aproximadamente 400 millones de dólares/año, con base en los precios actuales, frente a los 165 millones de dólares que generaría la venta de 30.000 toneladas de carbonato de litio.

De acuerdo con datos reportados por Signum-Box, el año 2012, el mercado mundial de carbonato de litio generó por ventas cerca a 700 millones de dólares y el de potasio aproximadamente 20.000 millones de dólares<sup>75</sup> (Cuadro 6).

Por las consideraciones expuestas, el potasio es también considerado por las instancias gubernamentales altamente estratégico para el desarrollo industrial y económico de Bolivia.

---

<sup>75</sup> Signum-BOX Inteligencia de Mercados, Bloomberg, Departamento de estudios Morgan Stanley.

**Cuadro 6**  
**Producción y Reservas mundiales de potasio**

País	Producción		Reservas exploradas
	2010	2011	
Canadá	9.788	11.200	4.400.000
Rusia	6.280	7.400	3.300.000
Bielorusia	5.250	5.500	750.000
Alemania	3.000	3.300	150.000
China	3.200	3.200	210.000
Israel	1.960	2.000	40.000
Jordania	1.200	1.400	40.000
EE.UU.	930	1.100	130.000
Chile	800	800	130.000
Reino Unido	427	430	22.000
España	415	420	20.000
Brasil	453	400	300.000
Otros países	-	-	50.000
<b>Totales</b>	<b>33.703</b>	<b>37.150</b>	<b>9.542.000</b>

Fuente: GNRE. Memoria 2012, con base en USGS-Mineral Commodity Summaries 2012.

### **El plan estatal de industrialización del litio y potasio en Bolivia**

Han transcurrido casi 40 años desde que se iniciaron las primeras investigaciones en torno a los recursos minerales existentes en el salar de Uyuni y otros salares bolivianos, una larga historia en la que podrían resumirse cuatro hitos fundamentales.

El primer hito histórico constituye el periodo 1975-1982, en el cual se iniciaron y desarrollaron los primeros y fundamentales estudios de los salares del altiplano boliviano<sup>76</sup>.

El segundo hito histórico constituye el periodo 1989-1993, en el cual se produjo el primer intento fallido de concesionar el salar de Uyuni a la empresa norteamericana FMC Lithco.

Un tercer hito está constituido por el periodo 2008-2013, en el que el Estado boliviano asume la decisión y responsabilidad de estudiar, explotar e industrializar las salmueras del salar de Uyuni y del salar de Coipasa. En este periodo, se realiza una segunda e importante etapa de exploración e investigación de desarrollo tecnológico

<sup>76</sup> En abril de 1974 se firmó el convenio de cooperación entre la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y la Office de la Recherche Scientifique Technique Outre Mer (ORSTOM) de Francia para realizar el estudio de la geología del Cuaternario del altiplano boliviano, la caracterización de los lagos Titicaca-Poopó y de las cuencas evaporíticas. Como resultado de estos trabajos, uno de los primeros y más importantes estudios es el publicado en 1981 por François Risacher y Oscar Ballivián: *Los salares del altiplano boliviano, métodos de estudio y estimación económica*.

que se materializa con el inicio de la producción piloto de KCl y Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en la Planta Modular de Potasio<sup>77</sup> y la Planta Piloto de Litio<sup>78</sup> del salar de Uyuni, instaladas y operadas por la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL.

Un cuarto hito puede decirse que abarcará del 2013 al 2015, con la instalación y funcionamiento de la Planta Piloto de Materiales Catódicos<sup>79</sup> y la Planta Piloto de Baterías de Litio<sup>80</sup> en territorio nacional, que tienen por objetivo una producción experimental y de capacitación de personal técnico nacional. En cuanto a los materiales catódicos, el contrato con las coreanas Posco-Kores establece que, además, tendrá entre sus objetivos la evaluación de la factibilidad de un proyecto de planta industrial de este tipo de materiales (GNRE. Memoria 2012. Págs. 55 a 60). Los precursores serán inicialmente importados en su totalidad, aunque se vienen tomando acciones para producir localmente algunos de ellos como el dióxido de manganeso de alta pureza, como el principal precursor para los cátodos Li.MnO<sub>2</sub><sup>81</sup>.

De acuerdo con su plan de producción (GNRE. Memoria Anual 2011. Pág. 30), la GNRE prevé que, a partir de 2016, se iniciaría la producción a escala industrial hasta alcanzar 30.000 TM LCE/año y 700.000 TM de KCl/año. Éste constituiría un quinto hito histórico fundamental.

## **Orígenes del proyecto estatal de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia**

Luego de la salida de Bolivia de la norteamericana Lithco en el año 1993, para luego instalarse en el salar del Hombre Muerto en Argentina, catorce años después, el año 2007, bajo el influjo de la nueva corriente social de recuperación e industrialización de los recursos naturales y la reasignación de rol productivo a la COMIBOL, mediante la Ley 3720, de 31 de julio de 2007, la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Sudoeste Potosino (FRUTCAS) planteó al gobierno de Evo Morales la necesidad de industrializar los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, bajo el enfoque de un emprendimiento 100% estatal, sin la participación de empresas transnacionales. De esta manera, la FRUTCAS impulsó la elaboración y presentación al gobierno del “Proyecto de Desarrollo Integral de las Salmueras

---

<sup>77</sup> Se encuentra ubicada en pleno salar de Uyuni, al Sureste, y entró en operación en agosto de 2012. Tiene una capacidad productiva de 1.000 ton/mes y empezó con aproximadamente 200 ton/mes y se estima que paulatinamente alcanzará su plena capacidad.

<sup>78</sup> Se encuentra instalada en tierra firme a orillas del salar a unos 15 km distante de la Planta Semi Industrial de Potasio. Entró en operación en enero de 2013 y tiene una capacidad instalada de 40 ton/mes de carbonato de litio. Se encuentra aún en etapa de ajustes con una producción entre 2 a 3 ton/mes hasta alcanzar su capacidad plena y disponer de la cantidad de concentrados suficiente.

<sup>79</sup> En ejecución bajo la modalidad de contrato de asociación entre la GNRE de COMIBOL y las coreanas Posco y Kores. Se prevé su puesta en marcha el 2014. La infraestructura civil está en obra y se encuentra en La Palca, a unos 10 km de la ciudad de Potosí.

<sup>80</sup> Esta planta piloto ha sido comprada bajo la modalidad de “llave en mano” a la empresa china Linyi Dake Trade Co. Ltd. en 2,7 millones de dólares. Todos los equipos ya se encuentran en depósito y la infraestructura civil, ubicada en La Palca, está en ejecución de obra.

<sup>81</sup> Proyecto de investigación conjunta “Obtención de dióxido de manganeso para materiales catódicos de baterías de ion litio, a partir de minerales de baja ley”, bajo convenio entre el Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Materiales (UMSA) y la GNRE, el cual se encuentra en ejecución desde agosto de 2013.

del Salar de Uyuni-Planta Piloto-Proyecto a Diseño Final” (GNRE, COMIBOL), bajo el asesoramiento del ingeniero belga Guillermo Roelants<sup>82</sup>. En este proyecto, se establecen los primeros parámetros de reservas, mercados, la ingeniería del procesamiento de salmueras y subproductos, la infraestructura de la planta piloto y la sostenibilidad económica, social y ambiental de la fase piloto. Establece como prioridad la investigación de los procesos específicos para la salmuera del salar de Uyuni, la ejecución de un programa de perforaciones y bombeo y la construcción de la infraestructura civil y básica (campamentos, laboratorios, equipos, maquinaria pesada, terraplenes, piscinas experimentales de evaporación, servicios y otros) para poder pasar luego al pilotaje (pruebas de evaluación, validación de diagramas de flujo, control de variables, ajustes, optimización, etc.) de los procesos estudiados y desarrollados mediante la implementación de una planta piloto de carbonato de litio y otra de cloruro de potasio, para posteriormente incursionar en una escala e producción industrial.

Inmediatamente después y como resultado de la decisión adoptada por el gobierno de Morales para llevar adelante el proyecto piloto, en abril del año 2008, se emite el DS 29496, de fecha de 1 de abril de 2008, que declara prioridad nacional la explotación de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, instruye la creación de un ente ejecutor de su exploración, explotación, industrialización y comercialización en el seno de la COMIBOL, y asigna un presupuesto inicial de US\$ 5.700.000 para la ejecución del proyecto piloto.

Luego, el 3 de abril de 2008, mediante Resolución de Directorio de la COMIBOL N° 380 1/2008, se aprueba oficialmente el proyecto a diseño final de la planta piloto y se crea, al interior de la estructura organizacional de COMIBOL, la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia, que posteriormente, el año 2010, adquiere el rango de Gerencia Nacional (GNRE).

### **La estrategia nacional de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia**

Al cabo de dos años del inicio de las investigaciones y las obras civiles del proyecto piloto, el 21 de octubre de 2010, fue convocada una conferencia de prensa en la ciudad de La Paz, en la cual el Presidente Evo Morales presentó oficialmente la *Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia*, estableciendo que el Estado boliviano industrializará con sus propios medios el litio y otros recursos evaporíticos considerados estratégicos, de tal manera que será un emprendimiento administrado, operado y financiado 100% por el mismo Estado. De acuerdo con lo establecido en dicha estrategia, únicamente se aceptaría socios para la provisión de tecnología de punta necesaria en la fabricación de baterías de ion litio. También, anunció oficialmente que el gobierno contempla una inversión total

---

<sup>82</sup> Nacif Federico. En “Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico”. La revista del CCC Floreal Gorini N° 14/15, 2012.

de US\$ 902.000.000 para llevar adelante esta estrategia de industrialización concebida en tres fases<sup>83</sup>.

La estrategia de industrialización fue trabajada y diseñada previamente por algunos profesionales ligados a la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, al Ministerio de Minería y Metalurgia y al Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Materiales de la UMSA.

Puede decirse que han sido tres factores fundamentales los que han permitido que el Estado boliviano pueda adoptar una estrategia específica para industrializar los recursos evaporíticos. Un primer factor habrían sido los resultados favorables alcanzados por los trabajos de investigación iniciados el año 2009, que permitieron desarrollar un proceso específico a la naturaleza de la salmuera del salar de Uyuni. Puede considerarse como un segundo factor la disponibilidad de recursos económicos del Estado, provenientes de las reservas internacionales y que podían garantizar el financiamiento de las plantas industriales (financiamiento garantizado por la Ley Financial del Presupuesto del Estado de los años 2011 y 2012). Un tercer factor ha sido la necesidad de que en todas las instancias ministeriales del gobierno de Morales se adopte una sola línea claramente identificada con el carácter 100% estatal del proyecto a cargo de la GNRE, pues, al no existir una única política adoptada al respecto, reparticiones del Ministerio de Minería y Metalurgia, del Ministerio de Planificación y Desarrollo y de la Cancillería eran vulnerables a la insistente presión ejercida por las empresas transnacionales interesadas en participar de la explotación del salar de Uyuni.

Esta estrategia fue sustentada por la GNRE en las siguientes premisas<sup>84</sup>:

- El litio es un recurso altamente estratégico no sólo para Bolivia, sino para el mundo, pues se ha posicionado en el campo energético como una alternativa factible que puede permitir la fabricación y utilización de acumuladores de energía eléctrica a gran escala. Su protagonismo y prometedoras perspectivas a corto y mediano plazo se desenvuelven en circunstancias de la exigencia y necesidad global de sustituir el uso de combustibles fósiles en el transporte, impulsando el uso masivo de vehículos con motor eléctrico alimentado por baterías a base de litio.
- El potasio es también un recurso altamente estratégico no sólo para Bolivia, sino para el mundo, pues tiene una relación directa con la necesidad alimentaria del planeta. Casi un 95% del potasio producido es utilizado por la industria de fertilizantes destinados a la agricultura, ya sea directamente como cloruro de potasio, sulfato de potasio o como componente junto con

---

<sup>83</sup> GNRE. Memoria Anual 2010 y varias publicaciones de prensa en fechas 22 y 23 de agosto de 2010.

<sup>84</sup> GNRE, COMIBOL. Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia. 2010 y el Informe Técnico N° 114-DDP 045/2010, de fecha 26 de febrero de 2010, firmado por Freddy Beltrán Robles, Director General de Desarrollo Productivo, y Saúl Villegas Requis, Director Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL. En este informe técnico, se sustentan los motivos para el proyecto de decreto supremo de creación de la EBRE.

otros nutrientes esenciales, como el nitrógeno y el fósforo. Su demanda en el mercado supera los 30 millones de TM/año y producirlo es una importante oportunidad económica para la región y el país.

- Frente a la constatación de que Bolivia cuenta con la mayor reserva de litio en el mundo y siendo el potasio un subproducto necesario en el proceso de obtención de carbonato de litio, la histórica oportunidad económica que ello representa para el país exige la necesidad de contar con una estrategia clara de industrialización integral de todos los recursos de interés económico presentes en la salmuera.
- Al constituirse en la reserva más grande de litio del planeta, Bolivia deberá garantizar el abastecimiento de este producto al mundo, en condiciones de mercado transparentes, sin monopolios ni especulación, de tal manera de contribuir efectivamente a la transformación de la matriz energética.
- Siendo estos recursos de carácter altamente estratégico para el Estado boliviano, la industrialización de los mismos debe ser dirigida, ejecutada, administrada, operada y financiada 100% por el Estado. La privatización o aplicación de contratos de concesión en el salar de Uyuni a favor de empresas privadas y transnacionales significará repetir la conocida historia de saqueo de la minería boliviana.
- Se debe impulsar decididamente el desarrollo de la soberanía tecnológica en aquellos campos que sea posible.
- Bolivia debe realizar una industrialización integral de los recursos evaporíticos, es decir, desarrollar la cadena productiva que permita aprovechar todos los elementos posibles que están presentes en las salmueras de los salares bolivianos (litio, potasio, magnesio y boro), generando mayor valor agregado en cada uno de sus eslabones e ingresar también a la industria de sus aplicaciones.
- La cadena de industrialización del litio que el Estado boliviano debe impulsar está constituida por la producción de carbonato de litio y sus derivados, la producción de materiales catódicos y la fabricación de baterías recargables.
- La industrialización de los recursos evaporíticos implica, además, la implementación de industrias auxiliares que permitan la provisión de insumos y precursores para estas industrias —cal, carbonato de sodio, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, precursores de materiales catódicos (óxidos de manganeso, níquel y fosfatos de alta pureza), electrolitos, membranas, carcasas, conectores y todos los componentes para baterías recargables que puedan ser fabricados en Bolivia—.

Todos los elementos sustanciales de esta estrategia se fueron gestando desde el año 2007, cuyo primer esbozo se encuentra presente en el documento del proyecto piloto presentado ese año por FRUTCAS. Posteriormente, en febrero de 2010, se expresa con mayor claridad en los documentos de sustento del fallido Decreto Supremo 444, de mayo de 2010, de creación de la Empresa Boliviana de Recursos

Evaporíticos (EBRE)<sup>85</sup>, aunque en ese documento no estaba planteado el ingreso a la fase de fabricación de materiales catódicos y baterías.

La estrategia nacional de industrialización de los recursos evaporíticos, finalmente presentada en octubre del 2010, ha sido concebida en tres fases:

- Investigación, pruebas y producción de carbonato de litio y cloruro de potasio a escala piloto (Fase I).
- Producción a escala industrial (Fase II).
- Fabricación de materiales catódicos y baterías de ión litio (Fase III).

**Cuadro 7**  
**Fases de la estrategia de industrialización**

Fases	Inversión estatal en millones de \$us	Año de producción	Financiamiento	Tecnología
Fase I	19	2012	100% Estado boliviano	Boliviana
Fase II	485	2016	100% Estado boliviano	Boliviana
Fase III	400	2014	100% Estado boliviano	Socios para transferencia de tecnología

Fuente: GNRE. Memoria Institucional 2011. Pág. 18.

### **La primera fase de la estrategia: Investigación y plantas piloto**

Frente a la constatación de que cada salar tiene salmueras de distintas características físico químicas, no existe un proceso estándar aplicable a cualquier salar o salmuera. Cada salmuera requiere de un proceso tecnológico específico y para ello es ineludible la realización de una etapa previa de investigación orientada a desarrollar el proceso químico metalúrgico a ser aplicado. Por la naturaleza de la salmuera del salar de Uyuni y de manera especial por la elevada relación Mg/Li, no sería posible pensar que el proceso aplicado a la salmuera del salar de Atacama pueda ser aplicado mecánicamente a la salmuera del salar de Uyuni o del salar de Coipasa. Sin excepción, todas las empresas que insistieron en participar de la explotación de la salmuera del salar de Uyuni incluyeron en sus propuestas una primera y necesaria etapa de investigación.

Ante la necesidad de iniciar las primeras actividades de investigación orientadas a desarrollar la tecnología de procesos y la ausencia en ese entonces de una infraestructura adecuada en el salar de Uyuni, en octubre de 2008, se ubicó el primer laboratorio de salmueras en instalaciones del Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Materiales de la UMSA, a objeto de realizar los análisis químicos correspondientes de las muestras provenientes de las perforaciones iniciadas y se construyeron las

<sup>85</sup> Ibídem.

primeras pequeñas piscinas de evaporación experimentales en el salar de Uyuni. Una vez concluida parte de las obras civiles en el área de operaciones del salar, en 2009 se instaló en Llipi un laboratorio de investigación y análisis químicos.

La investigación orientada al estudio geoquímico del salar de Uyuni y al desarrollo de procesos tuvo como etapa fundamental de maduración y resultados el periodo 2009 a 2010, lo que permitió resolver el quimismo de la sustancial disminución de la relación magnesio/litio de la salmuera y definir los flujogramas de los procesos de obtención de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y  $\text{KCl}$  a escala piloto. De esta manera, se inició el salto desde el laboratorio y los programas de simulación, al diseño y dimensionamiento de los equipos a escala piloto, correspondientes a los procesos definidos y su posterior adquisición, construcción e instalación en las plantas piloto (GNRE. Memorias institucionales 2010 y 2011).

Durante el año 2011 se concluyeron los diseños de ingeniería de los equipos e instalaciones de las plantas piloto y buena parte de los mismos fueron construidos en el país. Por la dimensión de la producción piloto de cloruro de potasio (1.000 TM/mes), esta planta fue clasificada como semi-industrial y denominada Planta Modular de Cloruro de Potasio. El diseño y dimensionamiento de la Planta Piloto de Carbonato de Litio fue realizado para una capacidad de producción de 40 TM/mes.

La rehabilitación y reapertura (después de más de 15 años de cierre), en febrero de 2010, de la maestranza de la Planta Industrial Pulacayo<sup>86</sup>, ubicada a pocos kilómetros de la ciudad de Uyuni, fue resultado del requerimiento de fabricación de tolvas, reactores y otros equipos para las plantas piloto de la GNRE.

Una vez concluida la infraestructura civil de la Planta Modular de  $\text{KCl}$  sobre la costra salina al Sudeste del salar de Uyuni y terminada la construcción e importación de los equipos (tolvas, correas transportadoras, silo, molinos, celdas de flotación, reactores, bombas, filtros banda, centro de control de motores y otros), el montaje de esta planta fue iniciado en marzo de 2012 (GNRE. Memoria 2012, pág. 25). Finalmente, el 9 de agosto del mismo año, fue inaugurada la primera planta piloto de producción de cloruro de potasio.

Por otro lado, el montaje de la Planta Piloto de Carbonato de Litio pudo iniciarse en julio de 2012<sup>87</sup>. Casi la totalidad de los equipos de esta planta fueron diseñados y construidos en el país (tanques de almacenamiento, tanques dilutores, reactores apagadores, reactores de carbonatación, bombas, caldero, filtros prensa y otros). El centro de control de motores y algunos sistemas de control automático fueron importados. Del mismo modo, esta primera planta piloto de producción de carbonato de litio en Bolivia fue finalmente inaugurada en enero de 2013.

Desde su inauguración, estas plantas piloto iniciaron las pruebas correspondientes al pilotaje para el cual fueron diseñadas, con las primeras pruebas experimentales de producción<sup>88</sup>.

---

<sup>86</sup> [http://www.comibol.gob.bo/noticia/60-COMIBOL\\_reactiva\\_Maestranza\\_de\\_Pulacayo](http://www.comibol.gob.bo/noticia/60-COMIBOL_reactiva_Maestranza_de_Pulacayo)

<sup>87</sup> *Ibidem*.

<sup>88</sup> *Ibidem*.

Por definición y concepto de ingeniería, toda planta piloto tiene por finalidad fundamental lo siguiente:

- Establecer la viabilidad operacional del diagrama de flujo diseñado y probado previamente en las pruebas de laboratorio, para validar o modificar el mismo a una escala mayor o piloto.
- Probar e identificar los componentes críticos del diagrama de flujo del proceso empleado.
- Afinar todos los parámetros del diagrama de flujo.
- Demostrar la operación integrada y continua del proceso.
- Controlar todas las variables del proceso y que puedan inferir en la operación de una planta a escala industrial.
- Comprobar y ajustar el balance de materia del proceso.
- Optimizar la calidad del producto en cuanto a recuperación y pureza.
- Identificar y cuantificar de manera más precisa los posibles impactos ambientales y establecer las alternativas posibles de prevención, mitigación y disposición.
- Verificar la capacidad para cumplir con los requisitos ambientales exigidos.
- Minimizar el riesgo técnico, operacional, ambiental, comercial y financiero antes de pasar a un escalamiento industrial.
- Generar la ingeniería conceptual y todos los datos requeridos para la ingeniería a diseño final de la planta a escala real o industrial.
- Entrenar y capacitar al personal para su mejor desempeño en la fase industrial.

Por lo tanto, una planta piloto no tiene por finalidad principal producir y comercializar la mayor cantidad posible del producto para generar ingresos. Esa finalidad corresponde a una planta a escala industrial. La posibilidad de generar ingresos mediante la producción a capacidad plena sería un plus, no la finalidad en sí de una planta piloto.

Una vez controlados todos los parámetros mencionados y obtenido un producto con la calidad deseada, trabajo que puede durar varios meses o años, el pilotaje habrá cumplido su función fundamental. El funcionamiento o producción continua posterior no es más que el acto final o la culminación del pilotaje. La posterior producción de la planta piloto en su capacidad plena es algo opcional y, para el caso de la GNRE, sería un plus importante por la posibilidad de generar significativos ingresos adicionales (aproximadamente 600.000 US\$/mes), dada la dimensión de sus plantas piloto.

Hasta agosto de 2013, las dos plantas piloto de la GNRE continúan su trabajo de optimización de procesos logrando producir las primeras toneladas de productos de grado comercial. Según el Gerente General de la GNRE, Ing. Luis Alberto Echazú, la planta piloto de cloruro de potasio estaría produciendo un promedio de 200 TM/mes y la de carbonato de litio entre 2 a 3 TM/mes, teniendo un acumulado de

10 toneladas de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  con un grado de pureza entre 96 y 99%<sup>89</sup>. En lo que respecta al cloruro de potasio, también se ha incursionado en su comercialización, pues en junio de 2013 la primera partida de 250 toneladas métricas de cloruro de potasio fue vendida por un monto de 120.000 dólares a la empresa cruceña Petrodrill. Hasta fin de año (2013), se prevé completar gradualmente una venta de al menos 1.000 toneladas de cloruro de potasio<sup>90</sup>.

### **La segunda fase de la estrategia: Producción industrial**

El objetivo principal de esta segunda fase es el diseño y construcción de toda la infraestructura y condiciones necesarias para ingresar a la producción industrial de 30.000 TM/año de carbonato de litio y 700.000 TM/año de cloruro de potasio a partir del año 2016, bajo la conducción, administración, financiamiento, operación y comercialización a cargo del Estado boliviano.

Para que la producción industrial ingrese en operación en 2016, se requeriría de innumerables estudios y trabajos previos para garantizar la infraestructura básica necesaria que permita ir produciendo y acumulando la suficiente cantidad de materia prima constituida por grandes volúmenes de silvinita y concentrados de litio. Parte de estos trabajos previos fue iniciada desde fines del año 2011 y continúan ejecutándose con la construcción e impermeabilización de las primeras piscinas de evaporación a escala industrial, algunas de ellas con una superficie basal de 30 hectáreas, que son los reservorios donde se bombea la salmuera y se inicia el proceso de su evaporación.

Mejorar y agrandar la infraestructura de acceso, transporte, telecomunicación, abastecimiento de energía eléctrica, gas natural o licuado, agua potable y salobre, piscinas de evaporación solar a escala industrial en las áreas de explotación y producción, desarrollo de las ingenierías a diseño final de las plantas industriales y auxiliares, constituyen las prioridades y condiciones para viabilizar la ejecución del futuro complejo industrial (GNRE. Memoria 2012).

El presupuesto de inversión para llevar adelante esta segunda fase es de 485 millones de dólares, que serían financiados vía contratos de crédito otorgados por el Banco Central de Bolivia (BCB) con base en un presupuesto plurianual.

Mediante la Ley Financiera N° 062/2010 del Presupuesto del Estado para la gestión 2011, aprobada el 28 de noviembre de 2010 (un mes después del lanzamiento oficial de la *Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos*), se aprobó que el BCB debería otorgar un primer crédito de 836,4 millones de bolivianos (120 millones de dólares) a favor de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL, para ser invertidos en la ejecución de la Fase II y en la Fase III, correspondiendo a esta última sólo 5 millones de dólares para el año 2011. La firma de los contratos para la otorgación del crédito tardó varios meses y

<sup>89</sup> Datos ofrecidos por el Gerente Nacional de Recursos Evaporíticos, Ing. Luis Alberto Echazú, en entrevista del 2 de agosto de 2013.

<sup>90</sup> <http://www.opinion.com.bo/opinion/articulos/2013/0604/noticias.php?id=96539>

recién en el mes de septiembre de 2011 se habría realizado el primer desembolso y la disponibilidad efectiva para su ejecución se habría dado a principios de noviembre de 2011. De esta manera, los plazos del cronograma de la Fase II tuvieron su primera alteración<sup>91</sup>.

### **La tercera fase: Producción de baterías de ión litio**

La tercera fase de esta estrategia tendría por objetivo contar con la tecnología de punta y apertura de mercados para la producción industrial en Bolivia de materiales catódicos y baterías de ión litio. Es para esta tercera fase, como se observa en la Cuadro 6, que se contempla la asociación estratégica con empresas transnacionales para la transferencia tecnológica y que cuenten con presencia en el mercado, a objeto de abrir dicho mercado para el ingreso de los productos a ser fabricados en Bolivia.

Según la GNRE, en esta tercera fase, se plantea la necesidad de realizar investigación y especialización de personal técnico mediante la adquisición y funcionamiento de laboratorios especializados en electroquímica, síntesis de materiales, caracterización de materiales y formación de recursos humanos en aquellos países donde se investiga, y producen materiales catódicos y baterías (GNRE. Memoria 2012. Págs. 55 a 62).

Contemplaría la puesta en marcha y operación de una Planta Piloto de Materiales de Cátodo y una Planta Piloto de Baterías de ión litio para luego, en función de la sociedad mixta alcanzada, pasar a la producción industrial.

El presupuesto establecido como el aporte boliviano para esta tercera fase alcanza a 400 millones de dólares.

De esta manera, en abril de 2012, se concretó un contrato con la empresa china Linyi Dake Trade Co. Ltd. para la compra “llave en mano” de una Planta Piloto de Baterías a base de litio por el monto de 2,7 millones de dólares, cuyos equipos ya se encontrarían en La Palca, Potosí, a la espera de su instalación y montaje. Se prevé su puesta en marcha a partir de abril del 2014 (GNRE. Boletín del 29 de julio de 2013. <http://www.evaporiticos.gob.bo/>).

Por otro lado, como parte del avance de la tercera fase, en marzo de 2012, la GNRE-COMIBOL firmó un contrato de riesgo compartido con el consorcio surcoreano KORES-POSCO con el objeto construir e instalar en Bolivia una planta piloto para producir materiales catódicos con una inversión conjunta de 1,5 millones de dólares (GNRE. Boletín del 02 abril de 2013. <http://www.evaporiticos.gob.bo/>). El contrato establece que “...la COMIBOL suministrará a la sociedad materias primas y construirá la planta piloto con una inversión de US\$ 750 mil; Posco aportará con ingeniería y construcción de la línea piloto, actividades en investigación y desarrollo, y apoyo tecnológico; y Kores estará a cargo de la obtención de precursores y el respaldo económico para el suministro de materias primas, aportando el consorcio

---

<sup>91</sup> Entrevista del 2 de octubre de 2013 con el Ing. Luis Alberto Echazú.

un capital inicial de US\$ 750 mil” (Ibídem). Se prevé que esta planta piloto entrará en operación también en 2014, aunque varios compromisos tendrían retraso debido a que el segundo contrato de crédito con el BCB, gestionado desde agosto de 2012, llevaría casi doce meses de espera para la firma y desembolso, de acuerdo con lo mencionado por el máximo ejecutivo de la GNRE, Ing. Echazú (En la entrevista del 2 de agosto de 2013).

La planta piloto de cátodos tendría por finalidad establecer la factibilidad para avanzar o no en la instalación de una planta industrial en Bolivia no sólo de materiales de cátodo, sino también de baterías.

Paralelamente a estas dos plantas piloto, también se habría empezado con la construcción de infraestructura en La Palca para la instalación y funcionamiento del Centro de Investigaciones de la GNRE, conformado por varios laboratorios especializados en materiales, que por sus características y presupuesto, se constituiría en el centro de investigaciones más grande y moderno del país (GNRE. Memoria 2012).

### **Procesos tecnológicos aplicados**

Un primer aporte del proyecto de industrialización a cargo de la GNRE ha sido la exploración mediante un plan de perforaciones y análisis en los salares de Uyuni y Coipasa desarrollada durante los años 2009 y 2010 (GNRE. Investigación geológica, de los diferentes salares de Bolivia, Uyuni, Coipasa, Loromayu, Pastos Grandes y otros. Quinto Seminario Científico, diciembre 2011). Este trabajo ha permitido precisar de mejor manera y complementar los anteriores estudios realizados por F. Risacher. Este primer aporte se expresa en la nueva estimación de reservas del salar de Uyuni que, como se ha señalado, alcanzarían a 100 millones de toneladas de litio equivalente y 2.000 millones de toneladas de potasio. Queda pendiente aún el estudio más completo que permita certificar las reservas en todo el cuerpo de salar de Uyuni.

La complejidad de la composición química de la salmuera del salar de Uyuni, comparada con otros salares en el mundo, habría presentado varios problemas que tuvieron que ser superados. Las desventajas comparativas de Uyuni con respecto a Atacama, que se tuvieron que afrontar, tendrían que ver con una menor concentración de litio, una mayor razón magnesio/litio, menores tasas de evaporación y una más alta precipitación pluviométrica, factores que implicarían un mayor costo de operación.

Dadas las características específicas y particulares de la salmuera del salar de Uyuni, no resultaría aplicable recurrir íntegramente a los procesos tecnológicos clásicos ya conocidos y utilizados en otros salares como el de Atacama. La salmuera de Uyuni necesitaría la adecuación de un proceso tecnológico específico, adecuado a sus características químicas, siendo la principal desventaja la elevada relación de magnesio/litio (18,6/1 en promedio), comparada con la de Atacama, que alcanza una relación de 6,4/1, lo que quiere decir que por cada 6,4 partes de magnesio existe 1 parte de litio. El primer desafío fue la imprescindible disminución de esta relación

por métodos técnica y económicamente viables. Se estudiaron y experimentaron diferentes procesos, como el proceso clásico de cristalización fraccionada en el campo de los cloruros utilizado en el Salar de Atacama, el proceso en el campo de los sulfatos y otros.

El proceso en el campo de los cloruros, como su nombre lo indica, consiste en la remoción de todos los iones de la salmuera, mediante la cristalización fraccionada por evaporación solar, dejando al final una salmuera rica en iones cloruro y litio hasta llegar incluso a una relación Mg/Li igual a 1. La presencia de los iones sulfato debe ser removida para evitar su co-precipitación, lo cual impide la recuperación adecuada del litio. Esta remoción de iones sulfato se realiza mediante el proceso denominado encalado, que consiste en la incorporación a la salmuera de iones de calcio mediante cal, para provocar su precipitación como sulfato de calcio.

Los resultados de la investigación del equipo técnico de la GNRE fueron presentados en el Segundo Seminario 2010 organizado por el Comité Científico y la GNRE (GNRE. Memoria 2010).

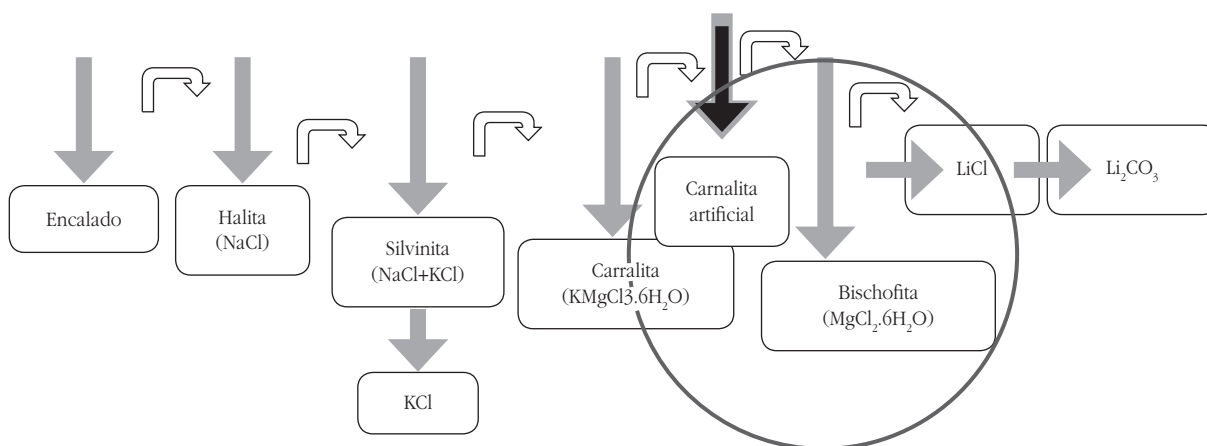
Para lograr disminuir la presencia del Mg, el equipo técnico de la GNRE desarrolló el proceso denominado *salting out*, que permite ampliar el campo de precipitación de la carnalita, alcanzando una relación equimolar entre el potasio y el magnesio, logrando así ampliar la precipitación de carnalita ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) —denominada carnalita artificial— y, de esta manera, reducir aún más el contenido de magnesio en la salmuera y obtener al final una salmuera concentrada en Li, lista para su transformación en carbonato de litio en la planta de procesamiento. Al ampliar el campo de la carnalita se lograría una precipitación de mayor cantidad de magnesio, logrando alcanzar de ese modo, después de la precipitación de la bischofita ( $\text{MgCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), una relación de 1/1 respecto del litio (GNRE-Comité Científico. Segundo Seminario Científico, 2010).

Es decir, el proceso conocido como el campo de los cloruros habría sido modificado sustancialmente con la incorporación del *salting out* inmediatamente después de la precipitación de la carnalita natural, lo cual constituiría uno de los primeros aportes de la investigación de técnicos bolivianos de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la GNRE.

La energía principal de la cristalización fraccionada es la energía solar que provoca la evaporación de la salmuera, lo cual permite la concentración paulatina de sus diferentes componentes y su precipitación selectiva en diferentes sales, hasta lograr al final una salmuera altamente concentrada en litio.

Por los grandes volúmenes de salmuera de tratamiento, la evaporación solar se logra en grandes pozas o piscinas donde la salmuera es bombeada y trasvasada consecutivamente a otras piscinas de manera controlada a medida que precipitan las diferentes sales. Este proceso puede observarse esquemáticamente en la Figura 3.

**Figura 3**  
**Esquema del proceso de cristalización en el campo de los cloruros**



Fuente: Elaboración propia.

El círculo en la figura representaría la modificación incorporada al proceso en el campo de los cloruros.

Una de las principales problemáticas de este proceso sería la generación de grandes cantidades de residuo constituido por lodos de sulfato de calcio provenientes del encalado. Estos lodos, además, contendrían hidróxido de magnesio y boratos en cantidades menores al 10%. La GNRE ha estimado que en la fase industrial estos lodos podrían alcanzar hasta 4.000 toneladas/día.

Si bien el proceso de evaporación solar podría durar más de 12 meses en una línea completa o módulo de piscinas hasta lograr concentrar adecuadamente la salmuera, la provisión continua de los volúmenes de concentrado requerido para la planta de carbonato de litio se garantizaría plenamente por el sistema de líneas o módulos en paralelo de piscinas de evaporación solar que van generando permanentemente la materia prima para las plantas de KCl y Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Es por esta razón que los primeros módulos de las piscinas industriales se habrían empezado a construir desde 2011 y 2012 para poder iniciar su bombeo y evaporación, de tal modo que, a partir de 2014, se empiece a acumular la cantidad suficiente de materia prima para iniciar en 2016 y continuar una producción ininterrumpida de estos productos<sup>92</sup>. El área total proyectada por la GNRE para la construcción de casi un centenar de piscinas de evaporación solar para el tratamiento de los volúmenes de salmuera a escala industrial, alcanza aproximadamente a 18,5 kilómetros cuadrados sobre el salar (GNRE. Memoria Anual 2012).

Por otro lado, desde inicios de 2012, la GNRE habría abierto una nueva línea de investigación orientada a encontrar alternativas para disminuir sustancialmente los volúmenes de lodos generados por el encalado. Una de esas alternativas en desarrollo

sería un nuevo proceso basado en la precipitación de sulfato de litio a temperatura ambiente (GNRE. Memoria 2012) que eliminaría el necesario encalado inicial de la vía de los cloruros y requeriría menos cantidad de piscinas de evaporación, por lo que también el costo de producción del carbonato de litio puede ser menor. Esta nueva alternativa sería muy prometedora y actualmente se la estaría aplicando de manera experimental, pues la materia prima que es procesada en la Planta Piloto de Litio está constituida por sulfato de litio, obtenido a partir de salmuera sin encalar. Este proceso, todavía experimental, disminuiría sustancialmente la cantidad de cal empleada en el encalado en una relación aproximada de 20 a 1 y permitiría también la obtención de cloruro de potasio a partir de la silvinita. Sin embargo, por esta vía del sulfato de litio, la recuperación de potasio sería menor que por la vía de los cloruros cuando se tiene condiciones climáticas de bajas temperaturas. Este último aspecto todavía seguiría siendo investigado para poder alcanzar una solución al problema. Aún con esa limitación pendiente, este nuevo proceso podría ser un aporte investigativo de grandes connotaciones.

De acuerdo con la información brindada por el responsable de la GNRE, Ing. Luis Alberto Echazú, de momento se habría optado por encarar la fase industrial por las dos vías, lo cual permitiría reducir el empleo de cal y los volúmenes de lodos de encalado en un 50%. Sin embargo, estaría abierta la posibilidad de que la vía del sulfato de litio pueda ser la única a adoptar en el futuro, esto en función de que pueda optimizarse la obtención de cloruro de potasio a partir de las sales de silvinita y la obtención de sulfato de potasio a partir de las sales mixtas generadas por este proceso.

Finalmente, debe mencionarse que el proceso de cristalización fraccionada por evaporación solar ha demostrado por muchos años su viabilidad técnica y económica al ser empleado en varios salares del mundo, incluido el salar de Atacama, que, hoy por hoy, ocupa el primer lugar en la producción mundial de carbonato de litio.

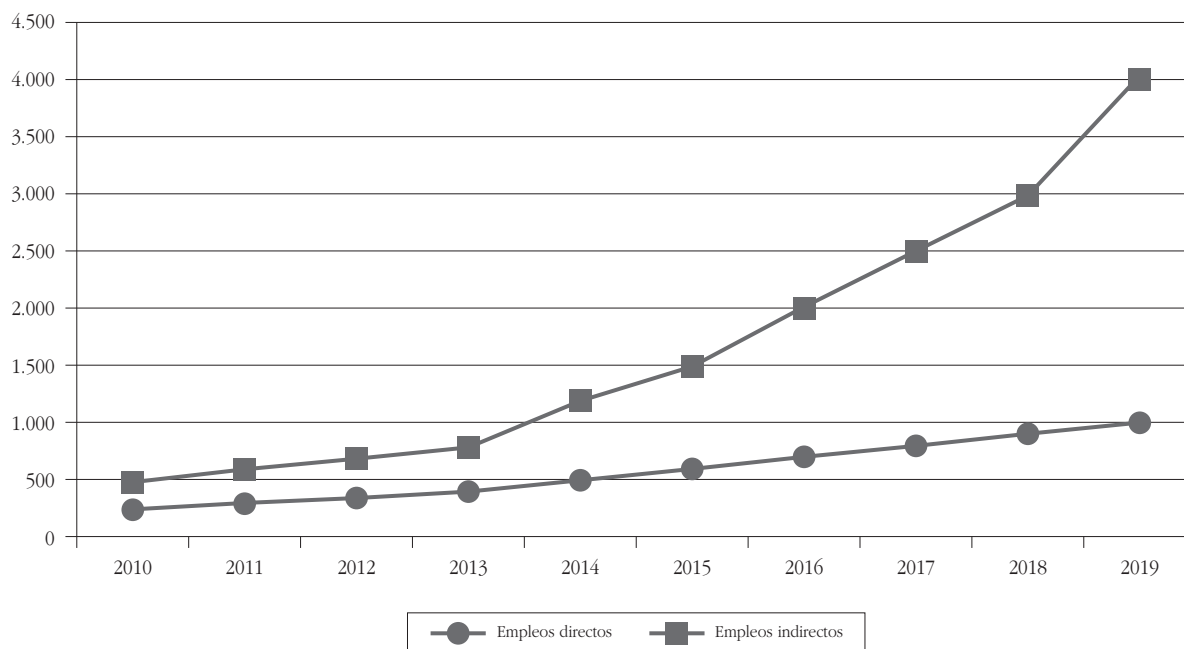
### **Impactos previstos**

En cuanto a los posibles impactos de la industrialización de los recursos evaporíticos, éstos tienen que ver con sus efectos en los ámbitos de la economía regional y nacional, en el empleo, en el medio ambiente y en el modo de vida de las comunidades cercanas al salar de Uyuni.

En lo referente al empleo directo, hasta mediados del año 2013 la cantidad de personal a cargo de la GNRE alcanzaría aproximadamente a 270 personas, entre trabajadores, técnicos y personal administrativo, de acuerdo con información brindada por la jefatura de personal de la GNRE. Según las proyecciones de empleo efectuadas, se tendría previsto que hasta 2019 se contará con 1.000 empleos directos y unos 4.000 indirectos, como se observa en el gráfico siguiente.

**Gráfico 9**

**Proyección de empleo del proyecto de industrialización a cargo de la GNRE**



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia. 2010.

De acuerdo con los datos de la GNRE, se puede establecer que esta cantidad total de empleos, 4.000 aproximadamente, tendría un impacto significativo en la región aledaña al salar de Uyuni, tomando en cuenta que ya en la fase piloto gran parte de los trabajadores proviene de las poblaciones de Río Grande, Colcha K y la ciudad de Uyuni. De igual manera, se han organizado cooperativas de transporte, como es el caso de DELTA, constituida por volqueteros de Río Grande para prestar servicio principalmente en las labores de construcción de diques de las piscinas de evaporación. Debe considerarse, además, que, por razones logísticas, será lo más probable que los aproximadamente 1.000 empleados de la fase industrial, tendrán viviendas distribuidas en cuatro lugares: campamento Llipi, campamento del salar, población Río Grande y ciudad de Uyuni, contando además con servicio de transporte diario.

Sobre el impacto económico previsto, debe mencionarse que en el país se han tejido algunas falsas expectativas en torno a que la explotación y la industrialización del litio del salar de Uyuni podrían resolver a corto plazo los grandes problemas económicos de Bolivia. Si se toma en cuenta un precio de venta de 5.000 dólares por tonelada de carbonato de litio y una producción de 30.000 TM, el ingreso bruto por ventas representa 150 millones de dólares/año. Para el caso del cloruro de potasio, considerando un precio de 400 dólares la tonelada, la producción y comercialización de 700.000 TM representa un ingreso por ventas de 280 millones de dólares al año, totalizando entre ambos productos un ingreso por ventas de aproximadamente 430 millones de dólares/año, a lo cual se deberán descontar los costos de producción. Se

puede decir, entonces, que será un ingreso importante para el país, pero no mayor al de la minería boliviana, al menos en el plazo de los próximos 10 años. Comparando este valor de 430 millones de dólares de exportaciones de litio y potasio con el valor de exportaciones registradas en 2012 por toda la minería boliviana, que según el INE alcanzaron a 3.863 millones de dólares, es posible ubicar su verdadera dimensión. Comparativamente, representaría el 11% de las exportaciones mineras. Sin embargo, desde el punto de vista de ingresos para el Estado, de esos 3,863 millones de dólares/año por exportaciones mineras, sólo 450 millones de dólares/año van en beneficio del Estado por concepto de regalías e impuestos. En cambio, de los 430 millones de dólares/año por exportaciones de litio y potasio, el excedente a favor del Estado sería de aproximadamente unos 200 millones, esto por su carácter estatal. Es decir, de los ingresos que percibe el Estado boliviano por la minería, los ingresos que percibiría por la industria del litio y potasio tendrían una importancia específica en el sector, pues representaría el 44% de los ingresos actuales por minería.

Una marcada diferencia del mercado del litio respecto a los demás minerales y metales es que su demanda tiene un sostenido crecimiento y una mayor aceleración prevista a partir del año 2020. Es por tanto determinante que Bolivia pueda estar ya presente en el mercado mundial del litio así como del potasio a partir de 2016, como se tendría previsto en el plan de producción de la GNRE.

Con respecto a la distribución de los excedentes (utilidades) de esta industria, aun no existe una disposición oficial al respecto. Sin embargo, resulta interesante referirse a una primera propuesta (Informe Técnico N° 114-DDP 045/2010, de fecha 26 de febrero de 2010) que se manejó en 2010 en los prolegómenos del fallido DS 444, debiendo aclararse que finalmente dicha propuesta no fue aprobada ni incorporada en el mencionado decreto. Esta primera propuesta de distribución puede permitir tener una idea aproximada de lo que podría establecerse a futuro.

Teniendo como antecedente el Artículo 6 (Distribución de Ingresos) de la Ley N° 3790, de 24 de noviembre de 2007, referida a la Empresa Siderúrgica del Mutún y a iniciativa de la GNRE, a principios de 2010, se elaboró una primera propuesta de la posible distribución de excedentes. Se consideraba que el 100% de utilidades que generen las plantas industriales hasta el quinto año de funcionamiento serían reinvertidas en la misma entidad, de tal manera que éstas alcancen su punto de equilibrio financiero entre el cuarto y quinto año. A partir del sexto año, las utilidades podrían ser distribuidas de la siguiente manera:

- 25% Gobiernos municipales productores, correspondientes al área de explotación.
- 23% Reinvertido en la entidad.
- 20% Gobernación del departamento productor, correspondiente al área de explotación.
- 20% Tesoro General de la Nación.
- 10% COMIBOL.

- 2% Centro de investigación para la industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia.

A partir de esta posible distribución, se esperaría que el proyecto tenga un impacto significativo sobre la economía de la región, además del impacto que tiene que ver con la infraestructura y servicios que requiere el proyecto industrial.

La construcción de vías de transporte carretero y ferroviario necesarios para el proyecto beneficiará también a las poblaciones de la región. Las perspectivas y la necesidad de infraestructura de la industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, en alguna medida, se constituirían, junto con el turismo, en los promotores de proyectos de carreteras asfaltadas, como el tramo concluido Uyuni-Pulacayo-Potosí, el tramo Uyuni-Huancarani-Cruce Condo K en construcción (<http://www.abc.gob.bo/Construccion-de-la-Carretera-Uyuni>), el requerimiento del tramo asfaltado Llipi-Río Grande-Uyuni y la conexión de ferrovía Llipi-Río Grande, que son algunos de los impactos que empezarían a visualizarse.

Del mismo modo, los requerimientos de energía eléctrica (al menos 30 MW), gas y agua son factores que tendrían sus correspondientes impactos en la región, que deben ser evaluados.

### **Impacto ambiental previsto**

Como es sabido, todas las actividades mineras generan impactos ambientales negativos. Dependiendo del grado de importancia y desarrollo de la gestión ambiental en la empresa, los impactos ambientales pueden ser reducidos mediante planes de prevención, mitigación y remediación ambiental. Para el caso de la minería en salares, el carácter de esta problemática es particular.

Al ser el litio uno de los elementos fundamentales para la fabricación de eficientes acumuladores de energía, ha abierto una nueva alternativa para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente del transporte, mediante la sustitución de los motores de combustión por motores eléctricos propulsores de vehículos alimentados por baterías de ion litio. Por esta razón, se dice que la industria del litio está aliada a los esfuerzos de disminuir las emisiones de dióxido de carbono. Sin embargo, no deja de ser por ello una industria minera, con impactos ambientales en su entorno de explotación.

Precisamente, por ser una industria cuyo producto tiene un enorme potencial para la reversión del calentamiento global, la gestión medio ambiental del proceso industrial para la obtención de ese producto debe tener un mayor grado de compromiso y gestión ambiental.

Con respecto a los procesos de concentración de salmuera rica en cloruro de litio o sales ricas en sulfato de litio y su posterior transformación en carbonato de litio, cabe señalar que los impactos ambientales que generan son algo similares a los de la minería tradicional: generación de residuos sólidos y líquidos, consumo y contaminación de agua, construcción de infraestructura, construcción de caminos de

acceso al área de operaciones, impactos en el paisaje, impactos en el ecosistema y otros. Se diferencian en que, para la extracción de la materia prima (salmuera) en los salares, se emplea perforación y bombeo, similar a la industria petrolera. En cambio, en la minería tradicional, se usan de manera intensiva grandes cantidades de explosivos y, en muchos casos, cianuro, lo que naturalmente provoca impactos mayores.

Es, por tanto, necesario establecer con la mayor precisión posible, cuáles son los impactos ambientales esperados y cuáles las estrategias de prevención y mitigación proyectadas por la GNRE, con relación a la producción de carbonato de litio y cloruro de potasio.

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL cuenta en su estructura con la Unidad de Medio Ambiente, cuyos objetivos son:

Cumplir con la normativa ambiental vigente en el país, a través de la gestión, monitoreo y control ambientales que permitan un responsable aprovechamiento de los recursos naturales y el respeto a la naturaleza antes, durante y después de las actividades y acciones resultantes de la implementación del Proyecto Estratégico de Explotación e industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, del cual es parte integral el Proyecto de Desarrollo Integral de la Salmuera en el salar de Uyuni (GNRE. Memoria 2012).

La política ambiental de la GNRE manifiesta el compromiso para:

- Cumplir las regulaciones ambientales nacionales, departamentales, municipales regionales y otras vigentes que apliquen a nuestras operaciones.
- Optimizar el uso de agua, energía, recursos naturales, materias primas e insumos en los procesos de explotación e industrialización de minerales no tradicionales.
- Minimizar la generación de residuos y desechos y disponerlos de manera adecuada, en los diferentes procesos de exploración, explotación e industrialización.
- Mejorar constantemente el desempeño ambiental, calidad y ambiente laboral.
- Para lo cual investigará permanentemente para establecer tecnologías más limpias, eficaces y eficientes e implantará y mantendrá un Sistema de Gestión Ambiental en sus diferentes operaciones (Ibídem).

Uno de los objetivos de la fase piloto habría sido precisamente el estudio de los impactos ambientales generados por el proceso productivo para establecer alternativas de prevención y mitigación, a fin de proyectarlas a la fase industrial, además de optimizar el rendimiento de los procesos de producción tomando como variables el menor uso de agua y químicos.

De acuerdo con lo reportado por la GNRE en sus Memorias institucionales de los años 2011 y 2012, se puede establecer que, entre las actividades realizadas en el cumplimiento de su política ambiental se tendrían las siguientes:

**Cuadro 8**  
**Actividades en gestión ambiental**

<b>Actividades</b>	<b>Gestión ambiental 2011</b>
<b>Licencia ambiental para la Planta Piloto de Carbonato de Litio y para las piscinas de evaporación.</b>	De acuerdo con el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM) (DS N° 24782) la Planta Piloto de $\text{Li}_2\text{CO}_3$ se enmarca en la definición de las actividades mineras menores de impacto ambiental conocido (AMIAC), pues su capacidad de producción no excede el límite de las 300 TM/mes y el procedimiento administrativo para la obtención de la licencia ambiental corresponde a la categoría CD-C3.  En fecha 28 de diciembre de 2009, la Gobernación del Departamento de Potosí habría otorgado a la DNREB el correspondiente Certificado de Dispensación Categoría 3 (CD-C3).
<b>Licencia para actividades con sustancias peligrosas</b>	Se habría elaborado un plan de manejo de sustancias peligrosas.  Se habría elaborado el plan preventivo de derrame de combustibles.
<b>Plan de manejo de residuos sólidos</b>	Se habría elaborado el plan de manejo de residuos sólidos e iniciado el proceso de su implementación.
<b>Obtención de la categorización para las Plantas de KCl (modular e industrial)</b>	Se habría contratado una consultoría para la elaboración del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Específico (EEIA-AE) para las plantas Modular e Industrial de cloruro de potasio
<b>Actividades</b>	<b>Gestión ambiental 2012</b>
<b>Licencia ambiental electrificación</b>	Se habría gestionado la licencia ambiental del Proyecto: “Electrificación de Media Tensión para el Campamento de Allka Loma del Proyecto Desarrollo integral de las salmueras del salar de Uyuni-Complejo Industrial”, a través de la obtención del Formulario de Solicitud de Certificado de Dispensación (FSCD).
<b>Licencia ambiental plantas KCl</b>	Se habría concluido el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Específico (EEIA-AE) para las plantas modular e industrial de KCl y presentado al Ministerio de Minería y Metalurgia como organismo sectorial competente (OSC) y, seguidamente, al Ministerio de Medio Ambiente y Agua para la obtención de la licencia ambiental.
<b>Consulta pública</b>	Como parte del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Específico (EEIA-AE) para las plantas modular e industrial de KCl, se habría realizado la consulta pública correspondiente en instalaciones del campamento de Llipi.
<b>Actualización de la línea base ambiental del salar de Uyuni</b>	Se habría elaborado el documento de actualización de la línea base ambiental realizada el 2000 por Demis & Moore Norge y SERGEOMIN, lo que constituiría un respaldo para conocer el estado inicial del medio ambiente natural, social y económico en la zona, previo a la actividad industrial.
<b>Capacitación en ISO 14001</b>	En el marco del “Programa de Desarrollo del Litio en Bolivia”, del Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable ATN/SF-12152, suscrito con el BID, se tendría prevista la capacitación en temática medio ambiental.  Se habría realizado el curso en Sistemas de Gestión Ambiental, basado en la norma ISO 14001, en el que participaron 22 funcionarios de la GNRE.

(Continuación de la anterior página)

Actividades	Gestión ambiental 2012
<b>Gestión de residuos</b>	Se cuenta con baños ecológicos y duchas portátiles en el salar. La Planta de Llipi cuenta con basureros y contenedores señalizados por colores para la separación de los residuos. Se cuenta con una planta de tratamiento de aguas en los predios del campamento Llipi. Se habría iniciado el proceso de adjudicación de un incinerador de residuos sólidos.
<b>Investigación</b>	Como alternativa a la disminución de generación de lodos de encalado, se iniciaron los estudios y pruebas de precipitación de sulfato de litio, a partir de salmuera sin encalado. También, se estudian alternativas de tratamiento y aplicaciones de lodos de encalado.
<b>Responsabilidad Social</b>	Se habría iniciado el programa de recolección semanal de residuos sólidos de la comunidad de Rio Grande con un camión recolector de la GNRE, los que serían trasladados a las instalaciones del campamento de Llipi donde, junto con los residuos propios, se preseleccionan y se reutilizan o se disponen para su posterior incineración. Se habrían realizado charlas de concientización ambiental en las escuelas de la comunidad

Fuente: GNRE. Memorias 2011 y 2012.

## Residuos del proceso

La puesta en funcionamiento y producción de las plantas piloto de cloruro de potasio y carbonato de litio habrían permitido, además, establecer una aproximación más detallada y en condiciones reales, de la generación de residuos del proceso y su problemática referida a su tratamiento y disposición.

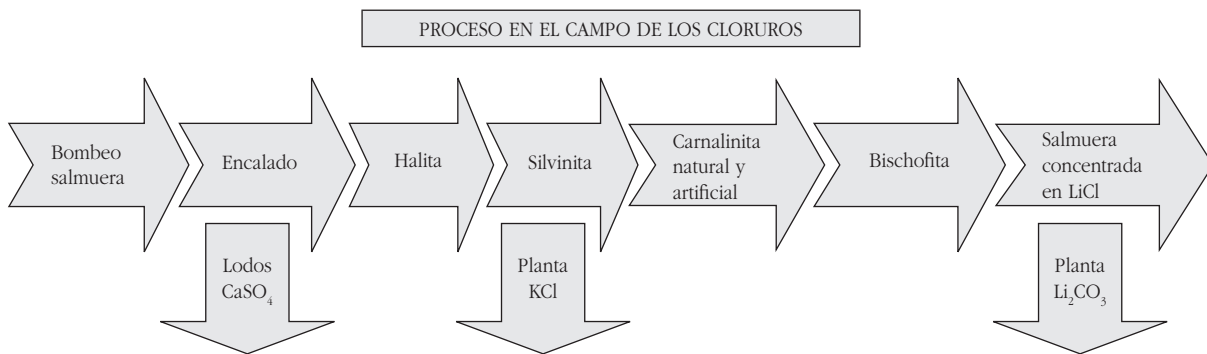
Los principales residuos del proceso piloto se presentarían en la etapa de cristalización de sales por evaporación solar (área piscinas), en el procesamiento de la silvinita para extraer el cloruro de potasio (Planta Modular KCl) y, finalmente, en el proceso de obtención del carbonato de litio (Planta Piloto  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ).

## Área de piscinas

El mayor volumen de sales generadas durante la cristalización por evaporación, corresponde a la halita o cloruro de sodio (NaCl). Sin embargo, por su naturaleza de alta solubilidad con agua, puede retornar nuevamente a su ambiente natural, el salar, pues en el salar de Uyuni se cuenta con periodos húmedos de lluvia e inundación, que, para este caso, se convierte en una ventaja ambiental frente al salar de Atacama, donde no llueve y se producen enormes acumulaciones o montañas de sal. Además de su retorno al salar, también debe ser utilizada en la construcción de diques de halita compactada, materia prima para sal de mesa y otros usos, aunque en volúmenes menores.

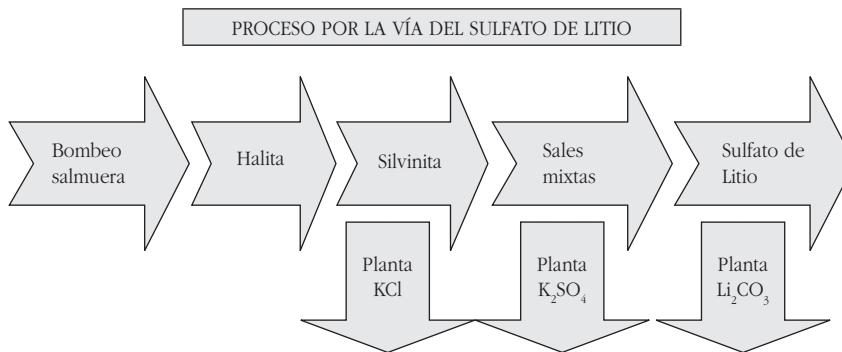
Las otras sales generadas durante la cristalización fraccionada, como son la silvinita ( $\text{NaCl} + \text{KCl}$ ), carnalita ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), bischofita ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y sales mixtas, además de ser también solubles en agua, constituyen la materia prima para la obtención de otros derivados comercializables, como el cloruro de potasio, sulfato de potasio, cloruro de magnesio y ácido bórico. Una representación esquemática y simplificada del proceso en el campo de los cloruros y el proceso por la vía del sulfato de litio, que son los procesos aplicados en el pilotaje, se presenta en las figuras 4 y 5.

**Figura 4**  
**Esquema del proceso en el campo de cloruros**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5**  
**Esquema del proceso en el campo de sulfatos**



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el proceso de cristalización fraccionada por la vía de los cloruros implica una primera etapa de encalado, donde se produce la remoción de los sulfatos presentes en la salmuera mediante la formación de lodos de sulfato de calcio dihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) con contenidos de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  y boratos menores al 10% respecto a los lodos. En cambio, por la vía del sulfato de litio, la inicial etapa de encalado ya no es parte del proceso.

La GNRE estima que en la fase industrial, cuando se alcance una producción de 30.000 TM/año de carbonato de litio y 700.000 TM de cloruro de potasio/año por la vía de los cloruros, se habrían de generar aproximadamente 4.000 toneladas/día de lodos de encalado, cuyo tratamiento, transporte y disposición representarían uno de los mayores problemas ambientales del proceso que debe ser encarado. La alternativa de su transporte y disposición en tierra firme es ambientalmente inviable por los grandes volúmenes y sus posibles efectos en el suelo y su entorno. Mucho menos pueden ser acumulados en el salar por su naturaleza insoluble en agua. La alternativa de su tratamiento, para su utilización en la regeneración de tierras de cultivo o su conversión en yeso hemihidratado, debería ser parte de un plan de remediación ambiental que la GNRE tendría que encarar.

Por este motivo, la Dirección de Investigación y Desarrollo de la GNRE, desde el año 2012, habría estado trabajando en el desarrollo de un peculiar proceso de obtención de sulfato de litio (GNRE. Memoria 2012), para su posterior transformación en carbonato de litio, disminuyendo en aproximadamente una veinteava parte la cantidad de lodos de encalado, es decir, a unas 200 toneladas/día en lugar de 4.000. Además, por este nuevo proceso, se acortarían también las etapas de la cristalización, pues ya no se continuaría con las etapas de las carnalitas ni la bischofita y permitiría obtener también cloruro de potasio y sulfato de potasio como subproductos del proceso. Desde el punto de vista ambiental y de costos, este nuevo proceso tendría enormes ventajas; sin embargo, aún se chocaría con el problema de que, en invierno, a bajas temperaturas, el sulfato de magnesio tiende a precipitar junto a la silvinita, lo que dificultaría luego en la flotación para la separación del cloruro de potasio. Es sobre la resolución de este problema que se centraría la actual investigación. En tanto no sea resuelto, la GNRE continúa trabajando en los dos procesos<sup>93</sup>.

Debe mencionarse, además, que si bien sería más ventajoso el proceso por la vía del sulfato de litio, los lodos de encalado tendrían la potencialidad de ser convertidos en un producto comercializable y/o reciclable. Una de estas alternativas sería el tratamiento de remoción del hidróxido de magnesio y el boro, para obtener yeso o estuco (sulfato de calcio hemihidratado) como un derivado comercializable. Otra alternativa de interés sería su “reutilización o reciclaje como fertilizante o regenerador de tierras, por sus contenidos de calcio, sulfato, magnesio y boro. Estas dos alternativas están siendo investigadas por la GNRE”<sup>94</sup>.

Finalmente, debe mencionarse que las piscinas de evaporación solar son construidas en el salar de Uyuni con sal compactada para los diques y, posteriormente, son impermeabilizadas con geotextiles y geomembranas que evitan la filtración de sales y salmueras concentradas al salar. Su material permite protección contra rayos UV.

---

<sup>93</sup> Entrevista del 2 de agosto de 2013 con el Ing. Luis Alberto Echazú.

<sup>94</sup> *Ibíd.*

### **Planta Piloto de KCl**

La Planta Piloto de KCl tiene como materia prima una sal doble constituida por una mezcla de NaCl (aproximadamente 75%) y KCl (aproximadamente 25%) denominada silvinita. El objetivo de la planta es obtener KCl al menos con una pureza del 95%, que es el grado comercial, para lo cual se emplea el proceso de flotación para separar las sales. Por lo tanto, el principal residuo del proceso en esta etapa sería NaCl de alta pureza, que, como se ha señalado, por su alta solubilidad en agua, podría retornar a su estado natural en el salar por disolución en épocas de lluvia e inundación o ser proporcionadas a las cooperativas de sal para su tratamiento y comercialización.

El proceso de flotación utilizaría como reactivos espumantes y colectores el Metil Isobutil Carbonil (MIBC) y el ARMEEN (mezcla de aminas alquílicas), ambos reactivos orgánicos biodegradables. Las cantidades utilizadas para producir una tonelada de KCl serían de aproximadamente 0,17 % en peso de ARMEEN y 0,03% de MIBC.

### **Planta piloto de carbonato de litio**

Desde enero de 2013, la Planta Piloto de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  habría iniciado sus primeras pruebas de proceso con sales de sulfato de litio para su transformación en carbonato de litio. Los insumos principales son cal ( $\text{CaO}$ ) y carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), por lo que los residuos principales serían lodos de sulfato de calcio con contenidos de hidróxido de magnesio. Las cantidades de estos lodos serían casi veinte veces menores que lo que genera el encalado del proceso en el campo de los cloruros. Las alternativas de tratamiento y disposición serían las mismas, pero mucho más manejables.

### **Agua**

En todo proyecto minero, una de las grandes preocupaciones ambientales así como de las comunidades del entorno es el consumo de agua que implica la actividad industrial. Sobre este tema, de acuerdo con publicaciones oficiales de la GNRE, parecería existir claridad en cuanto a la necesidad del adecuado uso de este recurso y a la problemática ligada al proyecto de industrialización. En torno a este tema, resulta alentadora la visión que la GNRE tiene al respecto:

El agua es el elemento más importante para la sobrevivencia humana, no solamente por su consumo, sino por los diversos usos que tiene en el plano industrial.

Durante muchos años, el agua y su uso en el ámbito minero representan un tema por demás delicado, que ha llegado a ocasionar enfrentamientos, conflictos e, incluso, la negativa para el emprendimiento de algún proyecto, porque en su estructura no contemplaba el buen uso de este recurso.

El Sudoeste potosino se caracteriza por ser una zona limitada del líquido elemento, hecho que preocupa a sus pobladores y autoridades. En este contexto, cualquier actividad industrial que se presenta en la región supone un grado de alerta por el uso de agua que realizará; es el caso de nuestra Estrategia.

Desde el inicio de los trabajos, se han realizado los estudios correspondientes para determinar los niveles de agua que se emplearán en la industrialización de los recursos evaporíticos, tanto en la Fase I como en la Fase II (GNRE. Memoria 2011).

Los cálculos efectuados por la GNRE establecen los siguientes datos para la fase piloto y su proyección a la fase industrial en cuanto al consumo de agua se refiere.

**Cuadro 9**  
**Consumo de agua por mes**

<b>Fase I - Piloto</b>	
<b>Uso</b>	<b>Consumo de agua por mes</b>
Proceso plantas piloto	5.250 m <sup>3</sup>
Consumo humano	1.750 m <sup>3</sup>
<b>Total consumo</b>	<b>7.000 m<sup>3</sup></b>

<b>Fase II - Producción industrial</b>	
<b>Uso</b>	<b>Consumo de agua por mes</b>
Proceso plantas industriales	315.000 m <sup>3</sup>
Consumo humano	105.000 m <sup>3</sup>
<b>Total consumo</b>	<b>420.000 m<sup>3</sup></b>

Fuente: GNRE. Memoria 2011.

Parte de los volúmenes de agua destinados a los procesos de la plantas de procesamiento está constituida por agua salobre (agua salinizada no apta para el consumo humano ni para riego); sin embargo, no se pudo recabar a qué porcentaje corresponde.

Basándose en el estudio de Robert Moran<sup>95</sup> sobre el consumo de agua de la Minera San Cristóbal, por encargo de las organizaciones sociales del sector, realiza la siguiente comparación en cuanto al empleo de agua en el proceso.

**Cuadro 10**  
**Consumo de agua en procesos por mes**

Planta industrial-Minera San Cristóbal	1.380.000 m <sup>3</sup>	100,00%
Planta industrial-GNRE	315.000 m <sup>3</sup>	22,82%

Fuente: GNRE. Memoria 2011.

<sup>95</sup> Minando el Agua: La Mina San Cristóbal, Bolivia.  
[http://www.constituyentesoberana.org/3/destacados/122009/181209\\_1.pdf](http://www.constituyentesoberana.org/3/destacados/122009/181209_1.pdf)

Si bien el consumo de agua del proyecto de la GNRE es comparativamente menor y existe recirculación en el proceso, es necesario que las actuales investigaciones sobre la reducción del uso del agua permitan cuantificar su disponibilidad en el tiempo para garantizar este recurso no renovable en la región, de tal modo de no provocar una crisis de agua que desencadene su escasez en la población cercana, los productores de quinua, la crianza de camélidos y en el turismo.

## **Suelo**

Por la naturaleza de los recursos evaporíticos existentes en salares, y de manera particular en el salar de Uyuni, el concepto de suelo está asociado principalmente a la costra salina, pues es el lugar donde se desarrollan y se desarrollarán la mayor parte de las operaciones de explotación y procesamiento. La naturaleza del suelo-costra es completamente diferente al concepto de suelo en tierra firme, pues, debajo de este suelo-costra o capa salina de suelo, se puede decir que existe un lago subterráneo constituido por salmuera distribuida en diferentes estratos de sal y lodos lacustres. Esta diferente naturaleza respecto del suelo convencional requiere de una adecuación muy particular en cuanto a las diferentes ramas de la ingeniería.

El mayor impacto esperado con este suelo particular tiene que ver con la construcción de piscinas de evaporación y terraplenes de acceso y la posible acumulación de residuos del proceso, sobre todo insolubles, como el caso de los lodos de sulfato de calcio.

Sin embargo, cualquier análisis serio de estos posibles impactos debe partir de una real ubicación dimensional del proyecto respecto al salar de Uyuni. No es lo mismo evaluar el impacto de una gota de tinta en un litro de agua que la misma gota en millones de litros.

Como se ha mencionado, el área a ocupar por piscinas de evaporación sobre el salar para la fase industrial ha sido estimada por la GNRE en 18,5 km<sup>2</sup> y la actual superficie ocupada por la fase piloto es de aproximadamente 0,3 km<sup>2</sup>. Es necesario establecer primero qué significan estas superficies o cuánto de proporción del salar representan, a objeto de tener una percepción lo más objetiva posible respecto a la dimensión de las mismas en todo su contexto. Siendo que el salar de Uyuni tiene una superficie de al menos 10.000 km<sup>2</sup>, los 18,5 km<sup>2</sup> de superficie a utilizar representan un 0,18% y la actual superficie utilizada en la fase piloto, el 0,003% de la extensión total de la costra salina (Cuadro 11).

A partir de esta información, es posible tener una apreciación más real y establecer que, comparativamente, el área de operaciones representa una muy pequeña porción de la superficie total del salar. Sin embargo, ello no implica tener que minimizar los posibles impactos de esta actividad industrial. Más al contrario, se debe aprovechar esta ventaja comparativa respecto al tamaño del salar de Atacama y otros salares menores, así como la existencia de ciclos anuales de lluvia e inundación que regeneran la costra salina, y tomar todas las medidas necesarias de prevención, mitigación y remediación para que el impacto ambiental sea el menor posible.

**Cuadro 11**  
**Relación de superficies**

Ubicación	Área	Proporción
Superficie de la costra salina	10.000 km <sup>2</sup>	100%
Superficie total de piscinas industriales	18,5 km <sup>2</sup>	0,185%
Superficie total de piscinas piloto	0,3 km <sup>2</sup>	0,003%

Fuente: GNRE. Memoria 2011.

Por ello, las investigaciones y los trabajos orientados a identificar el tratamiento más adecuado y la correcta disposición de los residuos sólidos solubles e insolubles de los procesos deberían implementarse cuanto antes para que la acumulación de los mismos no genere un impacto en el área de operaciones del salar, aunque sea un área muy restringida y pequeña.

Otro aspecto a tomar en cuenta para cualquier abordaje serio es la relación del volumen de salmuera procesada para obtener una tonelada de carbonato de litio.

Considerando la concentración promedio de 545 miligramos de litio por litro de salmuera del salar de Uyuni, es decir,  $545 \times 10^{-6}$  toneladas de litio por m<sup>3</sup> de salmuera, se puede deducir que para extraer una tonelada de litio equivalente, se requieren 1.835 m<sup>3</sup> de salmuera, considerando una recuperación ideal del 100%. En la realidad industrial de otros proyectos como el de Atacama, la recuperación del total de litio presente en la salmuera llega sólo a un 40%. Con base en ello, una tonelada recuperada de litio equivalente requiere aproximadamente 4.590 m<sup>3</sup> de salmuera en lugar de 1.835 m<sup>3</sup>, lo que equivale a decir que procesando esos 4.590 m<sup>3</sup> de salmuera se obtienen 5,3 toneladas de carbonato de litio. Por lo tanto, para obtener una tonelada de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, se requiere procesar aproximadamente 870 m<sup>3</sup> de salmuera.

Si estas relaciones se proyectan a una producción anual de 30.000 TM de LCE, ello quiere decir que se deberán procesar aproximadamente 26 millones de m<sup>3</sup>/año de salmuera.

El volumen estimado de salmuera, considerado sólo hasta la profundidad conocida de 220 metros y correspondiente al modelo del cono invertido de superficie basal de 10.000 km<sup>2</sup>, alcanza al menos a 185 km<sup>3</sup>, lo que equivale a 185.000 millones de m<sup>3</sup> de salmuera existente en el salar de Uyuni. Por lo tanto, la cantidad de salmuera bombeada y procesada (26 millones de m<sup>3</sup>) para producir 30.000 toneladas de carbonato de litio y 700.000 toneladas de cloruro de potasio al año, representa el 0,014% del total de salmuera conocida. Si esta producción se la proyecta a 100 años, el volumen de salmuera a procesar en ese tiempo representaría el 1,4%. Además, debe considerarse la permanente renovación del volumen de salmuera por la incorporación de agua por los afluentes, especialmente el Río Grande de Lipez que desemboca en el delta del salar y las lluvias anuales existentes en la región. Es decir, al cabo de 100 años de explotación, el porcentaje de volumen de salmuera procesada no llegará siquiera a sobrepasar el 1% del total conocido.

Por lo tanto, los temores de “agotamiento” de la salmuera de Uyuni carecen de sustento técnico serio.

Todas estas consideraciones, que relacionan la extensión o tamaño de un salar con el tamaño o dimensión de su explotación, confirman el concepto de renovabilidad de salares, estudiado y determinado por François Risacher (F. Risacher, O. Ballivián. Los salares del altiplano boliviano, Métodos de estudio y estimación económica. ORSTOM, 1985). El concepto de renovabilidad establece una relación cuantitativa entre la superficie del salar, la cantidad de explotación y su capacidad de renovarse en el tiempo. Cuanto más grande es un salar, más extensas son sus orillas y mayor cantidad de aguas de afluentes con sales disueltas podrán alimentarlo y permitir su renovabilidad. Como parámetro cuantitativo, Risacher establece, por ejemplo, que para la explotación industrial de 10.000 toneladas/año de un elemento o sal, se requiere que la superficie mínima del salar debe ser superior a 100 km<sup>2</sup> para que sea considerado un salar renovable. Para el caso del salar de Uyuni, esta relación se cumple por demás en exceso: 5.600 toneladas/año de litio equivalente extraídos (igual a una producción de 30.000 toneladas/año de carbonato de litio) en un salar de 10.000 km<sup>2</sup> de superficie. Bajo este concepto, el salar de Uyuni es el de mayor renovabilidad por ser el más grande del mundo. Ésta es otra ventaja ambiental comparativa con relación a otros salares menores en actual explotación.

### **Participación social en la gestión ambiental**

Casi en general, las organizaciones sociales, como el Comité Cívico de Potosí, autoridades de la gobernación y de la universidad potosina<sup>96</sup>, no están debidamente informadas y no conocen a fondo el proyecto de industrialización que se desarrolla en el salar de Uyuni, mucho menos los avances del mismo. En cuanto a la temática ambiental, estas instancias manifiestan su preocupación en cuanto al recurso agua y contaminación del suelo. Tampoco se encuentran informadas del proceso ni de la gestión ambiental que realiza la GNRE.

En la Universidad Autónoma Tomás Frías, no se realiza investigación sobre el tema ambiental, ya que según su percepción, todavía no arrancó la producción en fase piloto ni fase industrial como para tener conocimiento de los impactos ambientales<sup>97</sup>.

El Comité Cívico de Potosí no cuenta con información oficial y completa sobre el proyecto a cargo de la GNRE de COMIBOL y no mantiene una amistosa relación con esta institución. Sin embargo, manifiesta su conformidad con el concepto del proyecto 100% para la industrialización del litio y otros recursos evaporíticos del salar de Uyuni. Expresa su temor y preocupación de que el impacto ambiental sea igual o de mayor gravedad que el daño que causa la actividad minera en Potosí y que, además, podría afectar negativamente al turismo de la región.

---

<sup>96</sup> Entrevistas realizadas en fecha 19 de abril de 2013 con responsables de estas instituciones

<sup>97</sup> Entrevista con el Decano de la Facultad de Minería de la UATF, Ing. Celso Caspa. 19 de abril de 2013.

Si bien la GNRE mantiene una estrecha relación con las organizaciones sociales de Sudoeste potosino, se puede constatar que no mantiene la misma con las instituciones de la región antes mencionadas.

### **Problemas institucionales con los que enfrenta el proyecto de industrialización del litio y potasio en Bolivia**

El sociólogo argentino Federico Nacif identifica varios factores que atentan al buen desarrollo de los planes de industrialización de la GNRE:

A cuarenta años del comienzo de las investigaciones sobre los recursos minerales de los salares del altiplano sur, y tras múltiples intentos de ceder los yacimientos de litio y potasio a la industria química transnacional a cambio de la promesa del derrame económico, el bloque social campesino-indígena en el poder logró por primera vez avances materiales concretos, llevando a Bolivia a ser el único país del Cono Sur en prohibir las concesiones sobre sus reservas y fundar una empresa pública que busque su industrialización, con base en un proceso autónomo y soberano, en función de las propias necesidades sociales.

Sin embargo, un primer análisis de los hechos históricos que definieron (y definen) la forma de dicho proceso vuelve cada vez más difícil explicar (y justificar) el incumplimiento de los plazos anunciados por los problemas climáticos o aquéllos intrínsecos a todo proceso de desarrollo tecnológico. A esta altura de los acontecimientos, pueden visualizarse tres presiones o fuerzas que (combinadas) conspiran contra la realización de los desafíos propuestos. En primer lugar, las grandes empresas transnacionales de la química básica y sus Estados de origen que, en función de las propias necesidades de reproducción ampliada, presionan sistemáticamente para acelerar la elaboración de los compuestos básicos exportables, presentándose como la mejor alternativa de desarrollo ante cada inconveniente que (inevitablemente) afronta el emprendimiento estatal.

Por otro lado, la emergencia de reclamos regionalistas que, legitimados por las urgentes e históricas necesidades sociales del departamento más pobre de Bolivia, presionan para acelerar la producción de *commodities* (carbonato de litio y cloruro de potasio) en función de las futuras regalías que generaría su exportación. En este sentido, los Comités Cívicos Departamentales como el de Potosí, organizaciones civiles de carácter regional que se organizaron en la década del 70 en oposición a la dictadura militar, levantan las demandas de las regiones históricamente marginadas, y desde el comienzo del actual período democrático exigen la “descentralización político-administrativa del país; entendiéndose ésta como sinónimo inequívoco de un mayor control sobre los recursos generados por las regiones, mayormente provenientes de la explotación de sus recursos naturales” (Arze y Lea Plaza, 1996). Sin embargo, no puede ignorarse que estas demandas también han sido analizadas por las empresas transnacionales, que bajo el concepto de Responsabilidad Social

Empresaria (RSE) desarrollaron múltiples mecanismos de manipulación para acceder a los bienes naturales, atendiendo los reclamos inmediatos de las comunidades locales. Otra de las formas en que se expresan los reclamos regionalistas consiste en la emergencia de proyectos tecnológicos alternativos a partir de acuerdos entre universidades regionales y organismos científicos de países expresamente interesados en la provisión de carbonato de litio, acuerdos que, por otra parte, se dan sobre la inexistencia de un sistema nacional integrado de ciencia y tecnología.

Finalmente, aunque no menos importante, las dificultades que la burocracia administrativa y política imponen en una suerte de auto-boicot sobre todo proyecto productivo estatal. En este sentido, la descolonización del Estado (permanentemente declamada por los más diversos sectores sociales y políticos de Bolivia, y especialmente urgente en el caso de las empresas públicas productivas) requiere, en el corto y mediano plazo, de nuevas formas de agencias estatales que, sin caer en esquemas corporativos, puedan instituir mecanismos de control social y evitar que, bajo el disfraz de las “cuestiones administrativas” involuntarias, se tomen decisiones no ratificadas por compromisos políticos públicos. En el largo plazo, estas nuevas agencias estatales requerirán, a su vez, de una política específica que apunte a reemplazar los actuales mecanismos administrativos, tributarios de un Estado dependiente, a partir de la formación de nuevos funcionarios públicos. En los hechos, esto se traduce en la necesidad de una activa política universitaria y de ciencia y técnica, que recupere e integre con el nivel nacional los avances existentes, involucrando a los sectores medios-urbanos en las tareas pendientes del proceso de cambio.

El proceso de aprendizaje que la planta piloto estatal del salar de Uyuni supone no sólo incumbe a los problemas técnicos de la química básica (Nacif, Federico. Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico. La revista del CCC. Enero / Agosto 2012, n° 14/15).

También debe mencionarse que el prejuicio existente en torno a la “seriedad y eficiencia” de las empresas estatales, que antelada y frecuentemente anuncia o desea el fracaso del proyecto de industrialización a cargo de la GNRE, es coincidente y útil a las empresas transnacionales interesadas en explotar el litio del yacimiento más grande del mundo.

A ello se suma la dependencia directa de la GNRE de la estructura aún burocrática de la COMIBOL central.

El DS 29496, del 1 de abril de 2008, instruyó la creación de un ente ejecutor de la exploración, explotación, industrialización y comercialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni, actividades declaradas como de prioridad nacional. Además, estableció que esta entidad debía crearse en el seno de la COMIBOL. En consecuencia, el 3 de abril del mismo año, mediante la Resolución de Directorio de COMIBOL N° 3801/2008, se creó la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos (DNRE), que posteriormente, el año 2010, fue elevada al rango de Gerencia. De esta

manera y hasta la fecha, la GNRE depende y es parte de la estructura organizacional de la COMIBOL.

Para tener una adecuada contextualización de esta dependencia, es necesario mencionar lo que han significado 22 años de neoliberalismo en el manejo de la minería boliviana y que transformaron el rol original de la COMIBOL. En este periodo, que abarca de 1985 a 2007, la principal empresa estatal a cargo de las operaciones minero-metalúrgicas fue disminuida, subastada y convertida en una simple oficina a cargo de la administración de arrendamientos y contratos de riesgo compartido, sin participación directa en actividades mineras.

Este periodo concluye, al menos formalmente, con la Ley 3720, del 31 de julio de 2007, que restituye a la COMIBOL las atribuciones de exploración, explotación, industrialización, comercialización y administración de las reservas fiscales mineras.

La actual estructura organizacional de la COMIBOL, que pretende responder a la necesidad de recuperar su histórico rol productivo, tiene sus antecedentes inmediatos en el DS 29117, del 1 de mayo de 2007, que en su artículo primero establece:

Artículo 1º El presente decreto supremo tiene por objetivo declarar “reserva fiscal minera” a todo el territorio nacional, comprendiendo los recursos mineralógicos metálicos, no metálicos, evaporíticos, piedras preciosas, semipreciosas y salmueras, siendo el Estado, en ejercicio del derecho propietario de la reserva fiscal, quien otorga a la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) la facultad y potestad de su explotación y administración, salvándose los derechos preconstituidos sobre las áreas mineras otorgadas anteriormente en concesión, exceptuando a los áridos y agregados que se encuentran bajo jurisdicción municipal.

Posteriormente, y en consecuencia a esta disposición, se promulgó la Ley 3720, de 31 de julio de 2007, que, a objeto de restituir el rol productivo de la COMIBOL, dispone:

Artículo 1º La Corporación Minera de Bolivia participará directamente en la cadena productiva con las siguientes funciones:

- a) Prospección y exploración;
- b) Explotación;
- c) Concentración;
- d) Fundición y refinación;
- e) Comercialización de minerales y metales;
- f) Administrar las áreas fiscales.

La actual estructura organizacional y empresarial de la COMIBOL, que pretende cumplir con el mandato de la Ley 3720, está constituida por el Directorio, la Presidencia Ejecutiva, cuatro niveles gerenciales nacionales y tres gerencias regionales encargados de operativizar el rol asignado en los preceptos ya mencionados.

El actual Directorio de la COMIBOL (agosto de 2013) está constituido por dos representantes del Ministerio de Minería y Metalurgia, dos representantes de la Federación Sindical de Trabajadores Mineros y dos representantes del sector de cooperativas mineras, todos designados por Resolución Suprema con base en ternas propuestas por los sectores involucrados. Sus funciones son la fiscalización y la aprobación de políticas, contratos, creación de nuevas entidades al interior de la COMIBOL, el presupuesto y plan operativo anual de la entidad central y sus empresas y proyectos dependientes.

La Presidencia Ejecutiva es la MAE y tiene un numeroso staff de apoyo y consulta para la toma de decisiones. Generalmente esta toma de decisiones ejecutiva está sujeta a la previa emisión de criterio favorable de un informe técnico, jurídico y económico financiero emitido por las instancias correspondientes.

Es necesario destacar lo ampuloso de la Gerencia Técnica y de Operaciones, pues bajo su dependencia tiene a 19 reparticiones entre direcciones y unidades, además que bajo su supervisión, se encuentran 7 empresas y plantas productivas.

Un análisis de la actual estructura organizacional de la COMIBOL merece otro estudio, pero se puede adelantar que posiblemente no sea la más adecuada para encarar y desarrollar una minería y metalurgia diversificada que abarque los eslabones de la industrialización y menos que signifique su refundación. Las condiciones actuales son mucho más desfavorables si se comparan con las circunstancias en que nació la COMIBOL el año 1953, que entonces hereda un conjunto de empresas mineras en plena operación y desarrollo y con tecnología adecuada a la época. Desde el año 2007, la COMIBOL todavía no logra surgir de las cenizas, obsolescencia, sustrata y destrucción de la minería estatal durante los 22 años precedentes. Tampoco logra despojarse plenamente de un aparato burocrático con mentalidad meramente administrativa y sin vocación productiva.

En este contexto, es necesario analizar en qué medida afecta a la GNRE su dependencia y pertenencia al interior de la COMIBOL.

La actual estructura organizacional de la GNRE está constituida por una Gerencia Nacional, que constituye la MAE, la Dirección de Investigación y Desarrollo, la Dirección de Operaciones, la Dirección de Electroquímica y Baterías, la Dirección de Planificación y la Dirección Administrativa Financiera, cuyas unidades y dependencias se encuentran distribuidas en la ciudad de La Paz, Uyuni, Llipi-Río Grande, salar de Uyuni, ciudad de Oruro, Tauca y salar de Coipasa.

Uno de los principales problemas institucionales de las entidades estatales es la dificultosa y limitada ejecución presupuestaria. Ésta puede ser afectada negativamente por varios factores, entre ellos una deficiente programación y planificación de gestión o, lo que es más frecuente, la existencia de una barrera burocrática infranqueable,

muy arraigada en la administración pública. En el caso particular de la GNRE la gestión de esta ejecución no sólo debe atravesar estas barreras al interior de COMIBOL, sino también de las instancias del Ministerio de Minería y Metalurgia, del Ministerio de Economía y Finanzas y del Banco Central de Bolivia.

Si se considera que el presupuesto para la ejecución de la Fase II (industrial) y la Fase III (precursores y baterías de ión litio) a cargo de la GNRE asciende a un total de 885 millones de dólares, significa que en promedio debería tener una ejecución anual entre 170 a 200 millones de dólares, considerando el periodo 2012 a 2016. Para tener esa capacidad de ejecución, se requiere de una estructura técnico administrativa eficiente, ágil y libre de ataduras burocráticas. Ello se agrava con el hecho de que la COMIBOL, en su conjunto, alcanza a un presupuesto anual que bordea los 50 millones de dólares y que representa apenas una cuarta parte del presupuesto anual de la GNRE. De manera figurada, puede decirse que la GNRE es un gigante cobijado en un ambiente donde no cabe.

Aun sin tomar en cuenta la ejecución de la Fase III, la dimensión de las tareas previstas en el salar de Uyuni para la implementación de las plantas industriales de carbonato de litio, cloruro de potasio, sulfato de potasio y otros derivados e insumos es gigantesca, incluso si los plazos se extendieran hasta el año 2018. Una planificación prudente que debería reprogramar la GNRE sería la siguiente. Entre 2014 y 2015, deberían concluirse todos los estudios de ingeniería a diseño final (distribución eléctrica salar, suministro de agua industrial, suministro de gas, ingeniería de la Planta Industrial KCl, de la Planta Industrial  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Planta de Tratamiento y Disposición de Desechos, infraestructura caminera y ferroviaria entre muchos otros más) de tal manera que entre 2015 y 2016 se realicen las labores de construcción y equipamiento y se den las condiciones de infraestructura para que entre 2017 y 2018 pueda iniciarse la puesta en marcha y producción de las mismas. La consideración de estos plazos extendidos hasta 2018 es razonable y prudente, si se toma en cuenta, además, la evolución del mercado mundial del litio, cuyas proyecciones recientes establecen que una significativa expansión se produciría a partir de 2020.

Está claro que de mantenerse la GNRE al interior de COMIBOL resultará extremadamente difícil el cumplimiento de los plazos considerados.

Por lo tanto, se requiere de una empresa sin ataduras burocráticas, moderna, de dedicación y aplicación de conocimiento específico para asumir adecuadamente la responsabilidad de conducir un proyecto estratégico de tal dimensión, que tiene plazos relativamente cortos por el desarrollo del mercado internacional del litio y la tendencia creciente mundial de reemplazar los combustibles fósiles con nuevas alternativas energéticas.

Por otro lado, el mandato constitucional determina que los recursos naturales existentes en los salares, salmueras, evaporitas, azufres y otros son de carácter estratégico y de interés público para el desarrollo del país, por lo que se requiere de una empresa pública estratégica para que, en representación del Estado, asuma el

control y la dirección sobre la exploración, la investigación, la explotación, la industrialización y la comercialización de los productos obtenidos a partir de los recursos evaporíticos de Bolivia.

Otra consideración importante tiene que ver con la naturaleza de los procesos de industrialización de los recursos evaporíticos y, sobre todo, en el hecho de que sus proyecciones en la cadena de mayor valor agregado no se limitan sólo al ámbito estrictamente minero metalúrgico, sino que abarcan también el desarrollo de la industria química básica y el desarrollo de materiales avanzados para la fabricación de acumuladores de energía a base de ión litio. Por este motivo, las competencias profesionales y destrezas en este rubro son diferentes de las que actualmente existen en la minería tradicional y exigen que las actividades medulares de la transformación e industrialización de estos recursos estén a cargo de una empresa nacional pública estratégica especializada y descentralizada de COMIBOL.

De alguna manera, esta problemática ya fue visualizada el año 2010 por ejecutivos de la GNRE y del Ministerio de Minería y Metalurgia y se expresó en el DS 444, aprobado el 10 de marzo de 2012, mediante el cual la GNRE se descentralizaba de COMIBOL para dar nacimiento a la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos (EBRE). Este decreto fue abrogado a los pocos días de su emisión debido a la presión de movilizaciones de rechazo y observaciones regionales expresadas por el Comité Cívico de Potosí.

Entre las disposiciones de este decreto supremo se establecía lo siguiente:

ARTÍCULO 1.- (OBJETO). El presente Decreto Supremo tiene por objeto:

- 1) Declarar la importancia estratégica del aprovechamiento de los recursos evaporíticos exclusivamente por parte del Estado Plurinacional de Bolivia.
- 2) Crear la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos-EBRE (...).

ARTÍCULO 6.- (CREACIÓN). Créase la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos-EBRE, como una empresa pública nacional estratégica, de derecho público, con autonomía de gestión administrativa, técnica, legal y económica; personalidad jurídica, patrimonio propio, duración indefinida y bajo la tuición del Ministerio de Minería y Metalurgia.

ARTÍCULO 7.- (OBJETIVO DE LA EBRE). La EBRE desarrollará las actividades de investigación, exploración, explotación, industrialización y comercialización de los recursos minerales evaporíticos de Bolivia, además de proporcionar apoyo técnico, operativo, comercial y de investigación para la explotación de otros recursos minerales industriales del país.

ARTÍCULO 8.- (SEDE DE LA EBRE). La sede de la EBRE estará ubicada en la ciudad de La Paz del Departamento de La Paz, pudiendo crear oficinas técnico administrativas propias en otras regiones.

Fue principalmente el Artículo 8 el que motivó el rechazo regional potosino por considerarlo contrario a lo dispuesto en la Constitución Política del Estado, que en uno de sus artículos establece que la sede de las empresas públicas estratégicas debe establecerse en el lugar donde se explota el recurso. De acuerdo con los gestores del mencionado decreto, en el documento original, se establecía que la sede de la EBRE debía estar en Río Grande, lo que fue modificado en el proceso de revisión y aprobación del mismo.

Además, se establecían con absoluta claridad las funciones asignadas a la EBRE:

ARTÍCULO 9.- (FUNCIONES). La EBRE tiene las siguientes funciones:

- a) Explorar, explotar e industrializar los recursos evaporíticos del país a través de procesos de transformación físicos y químicos en productos con valor agregado.
- b) Implementar y administrar un banco de proyectos actualizado sobre la industrialización de los recursos evaporíticos.
- c) Prospeccionar, identificar y cuantificar los yacimientos evaporíticos para el establecimiento de los proyectos de industrialización.
- d) Realizar el análisis de las mejores alternativas para el país respecto a cada uno de los proyectos de industrialización de recursos evaporíticos en términos técnicos, económicos, sociales, medio ambientales y de mercado.
- e) Promover, formular y ejecutar estudios, planes y proyectos de industrialización de los recursos evaporíticos para implementar procesos de transformación físicos y químicos de los recursos evaporíticos con la finalidad de añadir valor agregado a los mismos.
- f) Instalar, implementar, poner en marcha, operar y administrar complejos de química inorgánica, orgánica, organometálica, electroquímica, cera-múrgica, industrias clor-alkali, ácido-base y de fertilizantes, así como otras plantas de química industrial.
- g) Instalar, implementar, poner en marcha, operar y administrar plantas industriales de química básica para la provisión de materia prima a los complejos industriales mencionados en el inciso precedente, y cualquier otra relacionada con la industrialización de recursos evaporíticos.
- h) Implementar laboratorios especializados, para promover la investigación, desarrollo e innovación de las técnicas, procesos y productos relacionados con el rubro, en cumplimiento de la normativa de calidad vigente para los productos finales.
- i) Almacenar, comercializar y distribuir los productos con valor agregado generados en sus plantas.

- j) Comercializar productos evaporíticos químicos de una pureza industrial no menor al noventa por ciento (90%), quedando prohibida la comercialización de salmueras en forma concentrada.
- k) Desarrollar una política propia de comercialización de sus productos, no pudiendo adjudicar o subcontratar servicios de terceros para tal fin.
- l) Investigar, desarrollar e implementar técnicas de control y seguimiento ambiental en cada etapa del proceso productivo.

Es necesario resaltar que en estos artículos está presente una clara visión en lo que debe convertirse la GNRE, por lo que es de vital importancia retomar y consolidar la esencia del DS 444 que el 2010 creaba la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos, aspiración que hasta la fecha ha sido postergada por estrechas visiones regionalistas y un deficiente tratamiento gubernamental que condujo a su derogación.

Uno de los acuerdos que culminó con la derogación del DS 444 estableció que la creación de la EBRE debería darse mediante ley consensuada. De esta manera, se presentaron como cinco proyectos de ley específica por intermedio de diferentes sectores como FRUTCAS, COMCIPO, brigada parlamentaria de Oruro y otros que no culminaron en su tratamiento.

Finalmente, este tema fue incorporado en las primeras versiones del proyecto de Ley de Minería que aún se encuentra en el final del proceso previo a su aprobación, quedando así la creación de la EBRE innecesariamente entrampada en la aprobación del conjunto de la Ley de Minería, cuya discusión y construcción lleva ya varios años.

Este proyecto de ley ha tenido varias versiones y modificaciones. En la versión todavía discutida hasta 2012, se encontraba un artículo específico sobre los recursos evaporíticos y que en la versión actual considerada final (de julio de 2013) ha sido modificado sustancialmente, sobre el cual es necesario realizar algunas consideraciones.

En el Título II del proyecto de ley de 2012 (versión de abril de 2012), referido a la Estructura Institucional del Sector Minero Estatal, Capítulo IV, artículo 32, se hacía referencia a la creación de la EBRE y establecía lo siguiente:

Artículo 31. (EMPRESAS DESCENTRALIZADAS) Son empresas descentralizadas de COMIBOL las siguientes:

- a) Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos (EBRE).
- b) Empresa Minera Huanuni (EMH).
- c) Empresa Metalúrgica Vinto (EMV).
- d) Empresa Metalúrgica Karachipampa (EMK).
- e) Y otras empresas por crearse.

Artículo 32. (EMPRESA BOLIVIANA DE RECURSOS EVAPORÍTICOS)

I. Se crea la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos-EBRE, como Empresa Pública Nacional Estratégica, descentralizada de la COMIBOL, de derecho público, con personalidad jurídica, patrimonio propio, con autonomía de gestión administrativa, financiera, legal y técnica responsable de ejercer, a nombre del Estado y pueblo boliviano, el derecho de ejercer las actividades de exploración, explotación, beneficio, fundición, refinación, industrialización, instalación, implementación, puesta en marcha, operación y administración de complejos de química inorgánica, orgánica, organometálica, electroquímica, ceramúrgica, industrias cloralcali, ácido-base y de fertilizantes, además de su comercialización.

II. El patrimonio del Complejo Industrial de Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni, CIRESU, los saldos presupuestarios asignados a la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de la COMIBOL, los recursos humanos, activos y pasivos asignados a dicha Gerencia serán transferidos de acuerdo con procedimientos establecidos a la Empresa Boliviana de Recursos Evaporíticos.

III. Se declaran como áreas reservadas para el Estado y administrados directamente por la EBRE, los siguientes salares y lagunas saladas: Uyuni, Coipasa, Chiguana, Empexa, Challviri, Pastos Grandes, Laguani, Capina, Laguna, Cañapa, Kachi, Colorada, Collpa, Lurique, Loromayu, Coruto, Busch o Kalina, Mama Khumu, Castor, Coranto, Celeste, Hedionda, Kara, Chulluncani, Hedionda Sud, salvándose derechos pre-constituidos y derechos adquiridos. Las cuadrículas que corresponden con cada uno de las mencionadas lagunas y salares serán identificadas por la Entidad Autárquica.

IV. Se declara al litio y al potasio como elementos estratégicos para el desarrollo de Bolivia, siendo su exploración, explotación, industrialización y comercialización totalmente administrada y operada por la EBRE, salvándose derechos pre-constituidos y derechos adquiridos.

V. La EBRE desarrollará los procesos de industrialización de química básica de sus recursos evaporíticos con una participación 100% estatal para la producción y comercialización de: cloruro de litio, sulfato de litio, hidróxido de litio y carbonato de litio; cloruro de potasio, nitrato de potasio y sulfato de potasio. Procesos posteriores de industrialización se podrán realizar mediante contratos de asociación con empresas privadas nacionales o extranjeras, manteniendo la participación mayoritaria del Estado.

VI. Se reconoce la explotación, producción y comercialización tradicional de sal común (cloruro de sodio) en los salares de Bolivia que actualmente realizan las organizaciones económicas locales y cooperativas.

Como puede constatarse, en el artículo transcrito, se retomaba el contenido del DS 444. Sin embargo, en la versión considerada final y que estaría para su aprobación en la Asamblea Legislativa, se dispone la creación de la EBRE, pero bajo dependencia directa de la COMIBOL, es decir, se le quita el carácter descentralizado y en los hechos la supedita a dos directorios, al de la propia EBRE y al de la COMIBOL central, lo cual puede significar mayores trabas al buen avance del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos. Correspondería que los ejecutivos de la GNRE realicen todas las gestiones pertinentes para retomar el carácter descentralizado de la EBRE antes de la aprobación del proyecto de ley.

## BIBLIOGRAFÍA

### **Aguilar, Franco. Zeller, Laura**

2012 *El nuevo horizonte minero. Dimensiones sociales, económicas y ambientales*. Córdoba, Argentina: Centro de Derechos Humanos y Ambiente.

Ciencia, Revista Universitaria de Investigación Científica, Año 1, N° 1. UMSA, 1988.

### **Comisión Chilena del Cobre**

2009 *Antecedentes para una política pública en minerales estratégicos: Litio*. Chile: COCHILCO. Dirección de Estudios y Políticas Públicas.

### **Comisión Chilena del Cobre**

2011 *Desarrollo del litio en Chile*. Chile: COCHILCO, Ministerio de Minería. [www.slideshare.net/yonovotexel/mac-leancochilco-desarrollodellitioen Chile](http://www.slideshare.net/yonovotexel/mac-leancochilco-desarrollodellitioen Chile)

### **Desormeaux, Daniela. Signum Box**

2013 *Litio-Demanda actual, potencial y proyecciones*. Santiago, Chile. 2013. [www.signum-box.com](http://www.signum-box.com)

DS 29496 del 1 de Abril de 2008

DS 29117, del 1 de mayo de 2007

DS 444 del 10 de marzo de 2012

### **Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL (GNRE)**

Diversos boletines. <http://www.evaporiticos.gob.bo/>

Memoria 2010

Memoria 2011

Memoria 2012

### **Quinto Seminario Científico**

2011 "Investigación geológica de los diferentes salares de Bolivia: Uyuni, Coipasa, Loromayu, Pastos Grandes y otros". Diciembre.

Segundo Seminario Científico (2010).

### **Hollender, Rebecca y Shultz, Jim**

2010 *Bolivia y su litio ¿Puede el "oro del siglo XXI" ayudar a una nación a salir de la pobreza?* Cochabamba: Centro para la Democracia.

“Hoy Bolivia”. [www.hoybolivia.com/Noticia.php?IdNoticia=84201](http://www.hoybolivia.com/Noticia.php?IdNoticia=84201)

Index Mundi. <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=cloruro-de-potasio&meses=120>

### **Industrial Minerals and Metal Bulletin Research**

2009 *A five year strategic outlook for the lithium industry*. USA: Metal Bulletin.

Ley Financiera del Presupuesto del Estado 2011.

Ley Financiera del Presupuesto del Estado 2012.

“Minando el Agua: La Mina San Cristóbal, Bolivia”. [http://www.constituyentesoberana.org/3/destacados/122009/181209\\_1.pdf](http://www.constituyentesoberana.org/3/destacados/122009/181209_1.pdf)

### **Ministerio de Economía y Finanzas Públicas**

2011 “Informe Especial”. Argentina

Ministerio de Minería y Metalurgia. Informe Técnico ESM. [www.mutun.com.bo/plan-de-emergencia-2013/](http://www.mutun.com.bo/plan-de-emergencia-2013/)

Ministerio de Minería y Metalurgia: “Informe Técnico N° 114-DDP 045/2010”.

### **Nacif, Federico**

2012 “Bolivia y el plan de industrialización del litio: un reclamo histórico”. En: *La revista del CCC Floreal Gorini* N° 14/15, 2012.

### **Nacif, Federico**

2013 “Industrialización del litio en Bolivia: propiedad pública, desarrollo autónomo y soberanía energética”. *Revista Pueblos, Revista de Información y Debate*, número 56, abril.

Proyecto de Ley de Minería de abril 2012.

Proyecto de Ley de Minería de julio 2013

### **Radhuber, Isabella y Vega, Oscar**

2012 *El litio en Bolivia: reflexiones preliminares acerca de las disputas en curso*. La Paz: International Institute of Social Studies ISS – Grupo Comuna Bolivia.

### **Risacher, F. y Ballivián, F.**

1981 *Los salares del altiplano boliviano, métodos de estudio y estimación económica*. París: UMSA-ORSTOM.

Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo-Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de la República Argentina. Complejo Minero: Litio. Informe Especial. 2011.

Signum-BOX Inteligencia de Mercados, Bloomberg, Departamento de estudios Morgan Stanley.

SQM, Memoria Anual 2012. Chile. [http://ir.sqm.com/files/doc\\_financials/annual\\_report\\_spanish/SQM\\_Corporativa\\_2012\\_v001\\_a734e5.pdf](http://ir.sqm.com/files/doc_financials/annual_report_spanish/SQM_Corporativa_2012_v001_a734e5.pdf)

**Ströbele-Gregor, Juliana**

“Litio en Bolivia. El plan gubernamental de producción e industrialización del litio, escenarios de conflictos sociales y ecológicos, y dimensiones de desigualdad social”.  
Published by [desigualdades.net](http://desigualdades.net) Research Network on Interdependent Inequalities in Latin America.

**USGS**

2010 Marketable Potash: World Production, by Country.  
<http://www.opinion.com.bo/opinion/articulos/2013/0604/noticias.php?id=96539>  
[http://www.comibol.gob.bo/noticia/60-COMIBOL\\_reactiva\\_Maestranza\\_de\\_Pulacayo](http://www.comibol.gob.bo/noticia/60-COMIBOL_reactiva_Maestranza_de_Pulacayo)  
<http://www.abc.gob.bo/Construccion-de-la-Carretera-Uyuni>



**IMPACTO ECONÓMICO  
DE LA INDUSTRIALIZACIÓN  
DEL LITIO DEL SALAR DE UYUNI  
EN LA REGIÓN**

Pablo Poveda Ávila



## Introducción

La explotación de los recursos naturales se concentra en los sectores de minería e hidrocarburos, con un alto impacto sobre las comunidades rurales y ecosistemas, y sin una vinculación con el desarrollo de la industria interna, convirtiendo a las regiones productoras de materias primas en enclaves de los países industrializados. Esto caracteriza al modelo de desarrollo de Bolivia como patrón primario exportador, un régimen de gestión de los recursos naturales que limita la posibilidad de un desarrollo económico integral, de base ancha, que busque garantizar los derechos colectivos e individuales de la población

Por otra parte, se ha constatado que la política pública post constitucional tiene una tendencia dirigida a incrementar la dependencia de la economía nacional de la explotación de los recursos naturales y, por la tanto, a expandir las actividades extractivas dirigidas a la exportación, bajo un enfoque de desarrollo de carácter rentista, que agudiza los conflictos sociales, ambientales y económicos del país.

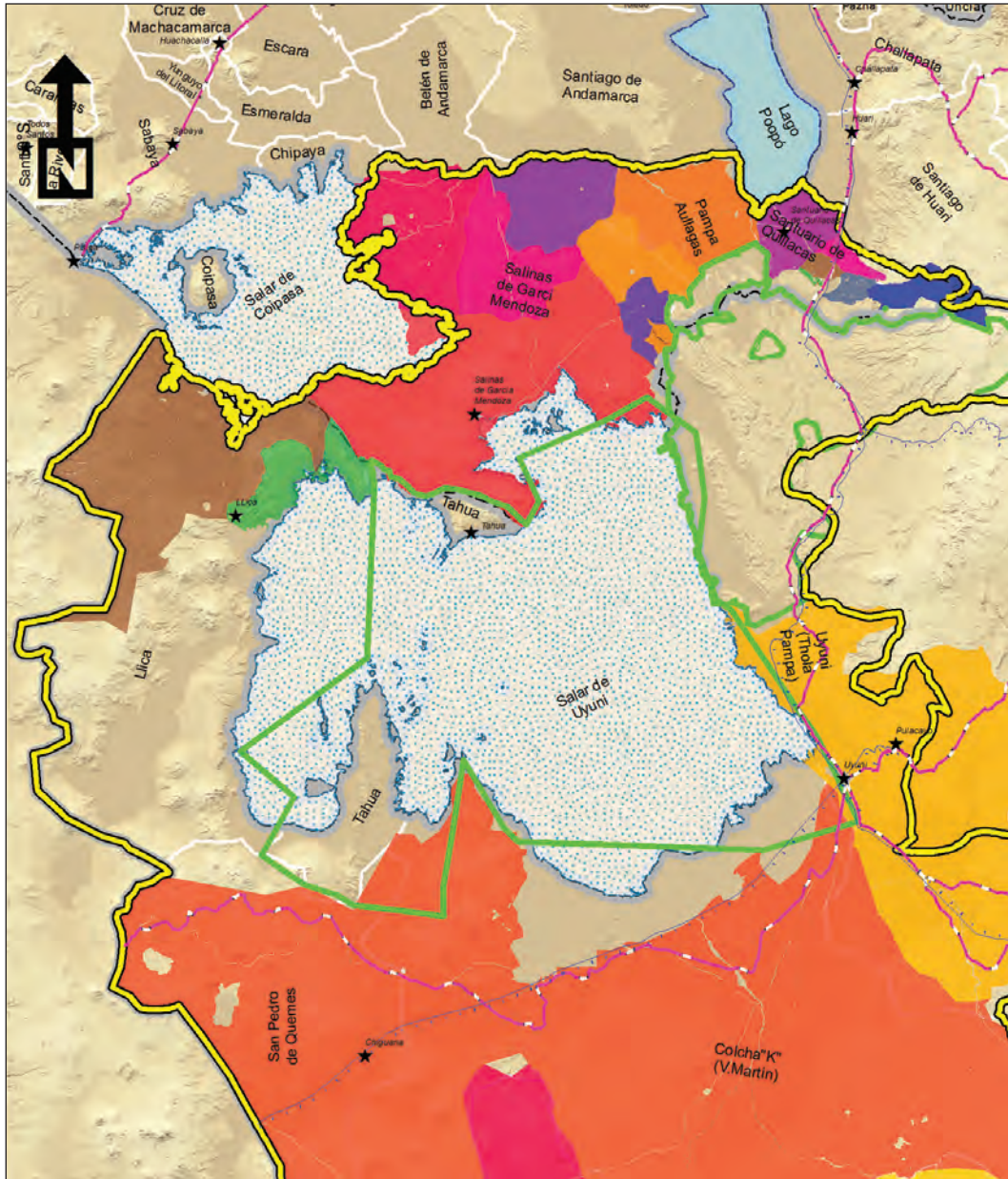
Bajo ese marco, el Programa de Industrias Extractivas busca contribuir, mediante el fortalecimiento de la sociedad civil, a la generación de un nuevo régimen de gestión de las industrias extractivas y energía integral, de base ancha, que busque garantizar los derechos colectivos e individuales de la población, entre ellos los derechos al trabajo, a la salud, a la educación, a un medio ambiente sano, a la alimentación con soberanía alimentaria, a la industrialización a partir de una matriz energética sustentable y la inversión en sectores productivos.

Considerando que el programa de industrialización del litio en el salar de Uyuni, a cargo de la empresa estatal COMIBOL, tiene efectos directos sobre el patrón de desarrollo, “es una palanca para dejar de ser un país exportador de materia prima”<sup>98</sup>, la presente investigación ha generado información y análisis sobre el potencial impacto económico del desarrollo de este proyecto en la región. Un enfoque de intervención integral, que desde el análisis de la dinámica económica de las poblaciones que habitan en torno al salar de Uyuni, permitirá tener una aproximación al impacto regional de la industrialización del litio.

---

<sup>98</sup> Alberto Echazú, Gerente de la Empresas de Recursos Evaporíticos de COMIBOL. Entrevistas de campo. Cedla, 2013.

**Mapa 1**  
**Salar de Uyuni y salar de Coipasa**



Fuente: Compendio de espaciomas de TCO y TIOC en tierras altas. CEDLA, 2013.

Con ello, se pretende contribuir al debate de las organizaciones comunitarias, la opinión pública y otras instituciones de desarrollo en Bolivia, Sudamérica y Dinamarca, sobre el modelo de desarrollo que plantea la industrialización del litio para la región, en el entendido que la modificación del patrón de desarrollo es un proceso social amplio que sólo puede darse mediante el involucramiento de las organizaciones sociales.

## La región

El salar de Uyuni se encuentra ubicado en el altiplano sur de Bolivia, en el departamento de Potosí, en la región de los Lípez, en “un área aproximada de 10.000 km<sup>2</sup>, a altitudes mayores a 3.600 m.s.n.m., entre 20°10´S y 67°30´O. Es una planicie de singular belleza, donde la naturaleza se manifiesta de manera peculiar: picos nevados de volcanes apagados con inmensas planicies áridas, con escasos ríos y vegetación pobre donde la temperatura baja a menos de 0°C en la noche y sube durante el día, debido a la irradiación, a un promedio de 14°C. Recibe el aporte de varios ríos, principalmente, en el Sur de la Cordillera de Lípez, el río Grande de Lípez y Puca Mayu, dando lugar a una gran área de palustres; sin embargo, los niveles de aguas son siempre bajos” (Rojas, s/f).

Al Este del salar de Uyuni, se encuentra el municipio de Uyuni, primera sección de la provincia Quijarro. Al Sur está el municipio de Colcha K, primera sección de la provincia Nor Lípez. Al Oeste está la provincia Daniel Campos, de Potosí, con sus municipios de Llica y Tahua. Al Norte se encuentra el municipio de Salinas de Garci Mendoza, primera sección de la provincia Ladislao Cabrera, del departamento de Oruro (Mapa 2).

## Población

Los cinco municipios de la región entorno al salar de Uyuni —Colcha K, Uyuni, Llica, Tahua y Salinas de Garci Mendoza— cuentan con una población de 54.693 habitantes en un área de 42.129 km<sup>2</sup>, con una densidad poblacional de 1,3 habitantes por km<sup>2</sup>, muy por debajo de la nacional de 9,49 habitantes por km<sup>2</sup>.

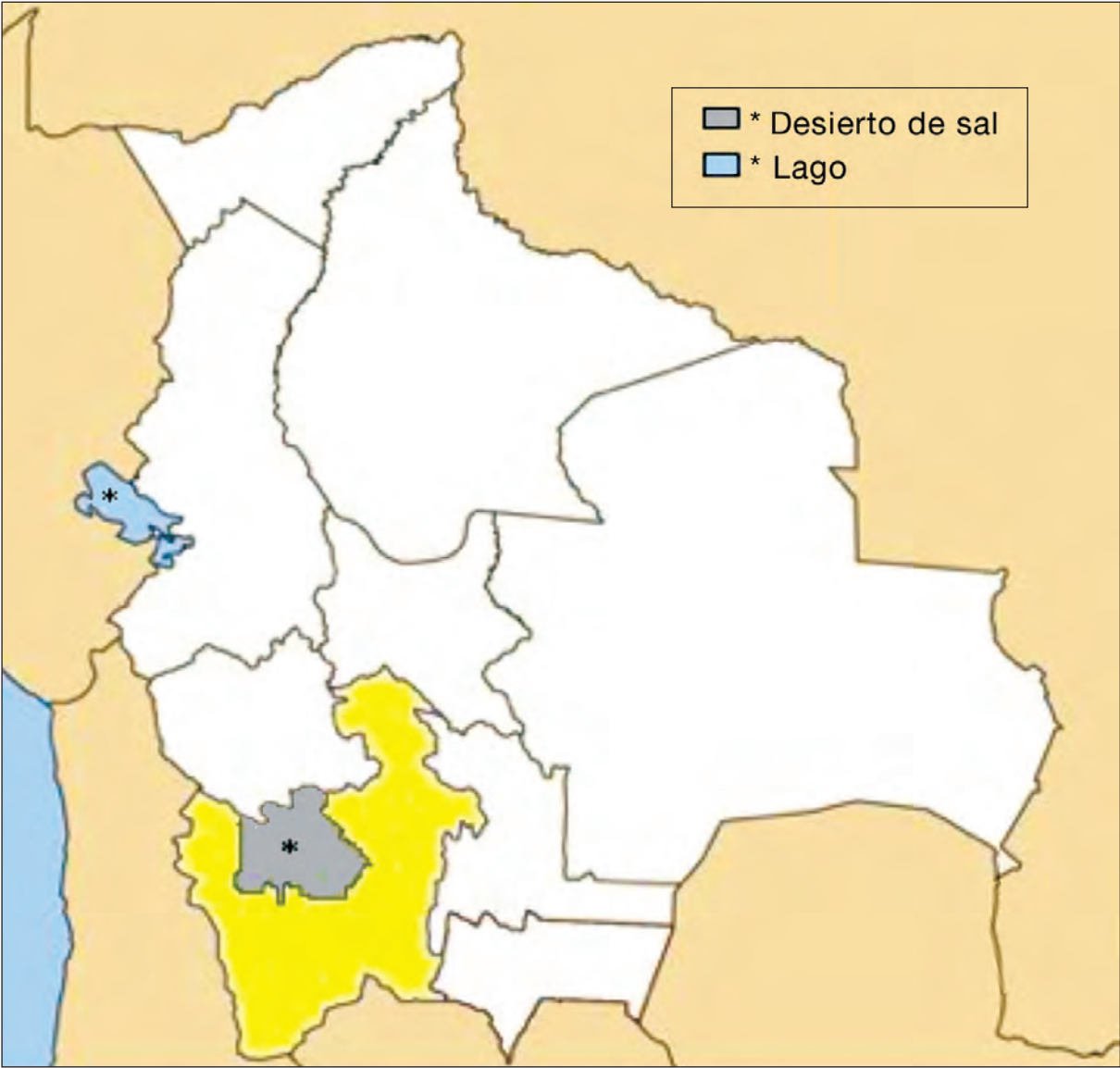
**Cuadro 1**  
**Población y superficie de la región de influencia del Proyecto de Industrialización del Litio**

	Población <sup>1</sup>	Superficie km <sup>2</sup>	Densidad (hab/km <sup>2</sup> )
Colcha K	12.064	16.517	0,73
Uyuni	18.638	7.895	2,36
Llica	5.642	5.601	1,07
Tahua	5.754	5.605	1,03
Salinas de G. Mendoza	12.595	5.611	2,24
<b>Total región</b>	<b>54.693</b>	<b>41.229</b>	<b>1,30</b>

<sup>1</sup> Proyección 2011 de Censo 2001

Fuente: Elaboración propia con base en datos del INE.

**Mapa 2**  
**Ubicación geográfica del salar de Uyuni**



Fuente: [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)



Según el Censo 2001, vivían 11.573 familias en los cinco municipios con un tamaño promedio del hogar de 3,54 personas. Los servicios básicos de agua potable alcanzan al 52,90%; de energía eléctrica, al 29,22%, y de consumo de gas para cocinar, al 33,93%.

**Cuadro 2**  
**Hogares y servicios básicos de la región**  
**(Censo 2001)**

Municipios	Total de hogares	Tamaño del hogar	Agua potable	Energía eléctrica	Gas para cocinar
Colcha K	2.241	4,12	63,01%	3,79%	13,79%
Uyuni	5.130	3,54	62,11%	62,07%	62,71%
Llica	823	3,45	55,89%	3,16%	18,71%
Tahua	610	3,46	34,92%	1,97%	3,11%
Salinas de G. Mendoza	2.769	3,13	30,73%	2,67%	8,23%
<b>Total región</b>	<b>11.573</b>	<b>3,54</b>	<b>52,90%</b>	<b>29,22%</b>	<b>33,93%</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2011.

### Propiedad de la tierra

La extensión de la tierra en los cinco municipios del entorno al salar de Uyuni es de 4.122.900 hectáreas, con una población proyectada para el 2011 de 54.693 habitantes, alrededor de 11.901 familias. Idealmente, cada persona podría tener una propiedad de 77 hectáreas y cada familia, 354 hectáreas para dedicarlas a la agropecuaria, pero obviamente, la presencia de cerros, colinas, lechos de río, lagunas, el salar, restringen su utilización.

El origen de la propiedad de la tierra en las comunidades data de las antiguas poblaciones, y se transmite de forma hereditaria de generación en generación. Por ser suelos con dificultades en su producción y el clima adverso, estas propiedades no han llegado a pertenecer a hacendados. Sin embargo, en la parte noreste del salar, correspondiente al municipio de Salinas de Garci Mendoza, el origen de la propiedad es la dotación que rige desde 1952.

La modalidad de propiedad de la tierra es proindiviso, es decir que la propiedad o los derechos de la tierra pertenecen a las comunidades y, dentro de ellas las familias tienen su propiedad individual. Con la autorización de la comunidad, la unidad económica familiar parcela la tierra para la agricultura, en lotes distribuidos en diferentes lugares de la comunidad o en lugares alejados ocupando un solo lugar. Los suelos que no están parcelados, en descanso y vírgenes son usados como suelos para pastoreo del ganado.

Pero también existen la compra y la venta de tierras. “En la medida que las tierras tienen carácter jurídico proindiviso, la compra y venta de tierras que tiene lugar en las comunidades son transacciones hechas generalmente entre comunarios de

manera informal o por 'usos y costumbres', pero que son puestas en conocimiento de la asamblea de la comunidad, la misma que toma nota de estas transferencias y concluye consagrándolas o 'legalizándolas'" (Ormachea y Ramírez, 2013).

Por ejemplo, las autoridades del ayllu Tolapampa autorizan a privados la producción de quinua, sin el consentimiento de las comunidades. "La gente que viene no quiere contribuir a la comunidad, no piden permiso para explotar la tierra, vienen en tiempo de siembra y cosecha. La jurisdicción de Tolapampa da el permiso para cultivar la tierra"<sup>99</sup>.

En los últimos años, el patrón de asentamiento de la población en los municipios (ocupación) es consecuencia de un factor muy importante: la existencia de áreas de cultivo potenciales (quinua), lo que generó que muchas de las comunidades tengan sus estancias o villorrios, dedicadas sobre todo a la agricultura. La mayor parte de la población se encuentra asentada en las capitales municipales<sup>100</sup> y, en épocas de siembra y cosecha de la quinua, la población se traslada a sus comunidades y villorrios aledaños, retornando pasada la labor agrícola.

Debido a esta influencia mercantil de la producción de la quinua, el tamaño de parcelas familiares ya no depende solamente de las condiciones geográficas, el mercado presiona a la ampliación de la frontera agrícola, con los inevitables procesos de diferenciación social al interior de las comunidades. "En los últimos años, la desigualdad en la tenencia de la tierra en las comunidades del altiplano sur se ha profundizado. Aquellas familias que son propietarias de tractores o que pueden pagar servicios de maquinaria han llegado a apropiarse en los hechos de importantes cantidades de tierra. Estos campesinos ricos no sólo acumulan tierras en sus comunidades de origen, sino que se expanden a otras comunidades, las que les permiten concentrar importantes superficies de tierras, entre 100 y 150 hectáreas o más" (Ormachea y Ramírez, 2013).

Así, por ejemplo, en el municipio de Llica, de donde se expande la frontera agrícola del Noreste al Suroeste, hacia Colcha K, San Pedro de Quemés y la provincia Sur Lípez, se registran variaciones de tamaño de parcelas que van de 0,4 hectáreas a 53,3 hectáreas, lo que muestra las diferencias entre productores (Cuadro 3).

Las comunidades campesinas mantienen sus límites inter-comunales de acuerdo con el amojonamiento definido por sus antepasados. Las familias rurales mantienen vigente el pago de las contribuciones territoriales, como un derecho de acceso y uso de la tierra, sin tener papeles de la tierra que explotan.

Recientemente, con la dotación de Tierras Comunitarias de Origen (TCO) o Territorios Indígenas Originarios Comunitarias (TIOC), se están otorgando títulos a los ayllus que habitan los cinco municipios del entorno del salar de Uyuni. Son siete demandas de titulación, tres de ellas tituladas, dos en proceso y dos sin saneamiento (Cuadro 4).

---

<sup>99</sup> Entrevistas de campo, 2013.

<sup>100</sup> Las entrevistas de campo registran el regreso de residentes definitivos de Atacama, Potosí, La Paz y de otros lugares, que llegan para la siembra y cosecha de la quinua.

**Cuadro 3**  
**Promedio de uso de la tierra en el municipio de Llica**

Cantón	Hectáreas		
	Mínimo	Promedio	Máximo
Llica	0,40	1,50	3,30
Tres Cruces	3,50	9,00	20,00
Chacoma	2,33	27,00	46,67
Palaya	9,00	30,00	53,33
Cahuana	7,46	23,60	45,70
San Pablo de Napa	1,00	6,00	50,00
Canquilla	7,50	27,50	42,50
Huanaque	3,00	6,50	10,00
Promedio municipal	4,83	18,51	38,31

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Llica, s/f.

**Cuadro 4**  
**Titulación de TCO en los municipios del entorno del salar de Uyuni**

Municipio	Nombre TCO-TIOC	Superficie (ha)	Estado de Saneamiento
Uyuni	Distrito Municipal Indígena de Coroma	350.753.000	Sin saneamiento
Uyuni	Ayllu Aransaya y Urinsaya del cantón Tolapampa	492.192.000	Titulado
Colcha K	Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lipez	2.000.292.000	Titulado
Llica	Ayllu Hornillo	190.814.000	Proceso
Llica	Ayllu Grande	37.979.000	Proceso
Tahua	Aransaya Maransaya	1.064.528.000	Sin saneamiento
Salinas de Garci Mendoza	Marka Salinas de Garci Mendoza y sus Ayllus	242.030.000	Titulado

Fuente: CEDLA, 2013.

En el municipio de Uyuni, el territorio ha sido demandado por dos ayllus o markas; al Norte, está el Distrito Municipal Indígena de Coroma, con un área de 350.753 hectáreas sin saneamiento, y, al Sur el Ayllu Aransaya y Urinsaya del Cantón Tolapampa, con un área saneada de 492.192 hectáreas (CEDLA, 2013).

En el municipio de Colcha K, el año 1998, FRUTCAS presentó la demanda de titulación de Nor Lipez. En 2009, se destrabó la titulación de la TCO; Paulino Colque, de Río Grande, y Samuel Llanque, de Colcha K, lideraron el proceso. En la gestión de Juvencia Guarachi como Secretaria General de la Central Nor Lipez, se titularizó.

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia destrabó la titulación. Llanque estaba en la delimitación<sup>101</sup>, habiéndose titulado 2.000.292 hectáreas a favor de la Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lípez, alrededor de la totalidad de la sección municipal Colcha K (CEDLA, 2013).

En el municipio de Llica, la titulación de Tierras Comunitarias de Origen ha sido demandada por los ayllus Hornillo (190.814 hectáreas) y Ayllu Grande (37.937 hectáreas), y actualmente está en proceso. Los ayllus Cahuana y Huanaque no figuran como demandantes de Tierras Comunitarias de Origen (Ibídem).

En el municipio de Tahua, los ayllus Aransaya y Maransaya han demandado como Tierra Comunitaria de Origen 1.064.538 hectáreas que incluyen casi la totalidad del salar de Uyuni y que está sin saneamiento, porque éste ha sido declarado como reserva fiscal.

Con la dotación de Tierras Comunitarias de Origen se ha otorgado a la marka Salinas de Garci Mendoza y sus ayllus una extensión de 242.030 hectáreas.<sup>102</sup>

La dotación de TCO o TIOC, que pretende preservar los ayllus y comunidades, ha generado por el contrario conflictos, revelando con ello que el avance de la producción mercantil y las relaciones sociales subordinadas a él no pueden frenar el desarrollo del mercado de tierras:

- En el municipio de Uyuni, el saneamiento de Territorio Indígena Originario Campesino no garantiza el saneamiento individual o familiar de las tierras, no se puede hacer titulación individual, tampoco los productores de quinua tienen propiedad, las comunidades se han quedado sin seguridad jurídica. Hay problemas de titulación al interior de las comunidades<sup>103</sup>.
- La dotación de TIOC, más bien, ha generado dificultades en el control del área de jurisdicción de las comunidades. El cantón Tolapampa aglutina a 22 comunidades dispersas, donde se han dado casos de nuevos productores de quinua que no cuentan con permiso de la comunidad, pero sí del Ayllu Tolapampa.

Las autoridades de Tolapampa autorizan a privados la producción de quinua, sin el consentimiento de la comunidad. La gente que vuelve (los residentes) no quieren contribuir a la comunidad. No piden tierra, vienen en tiempo de siembra y cosecha. La jurisdicción de Tolapampa da permiso para cultivar la tierra. Esto provoca el deslinde de tierras entre comunidades<sup>104</sup>.

Más bien, el uso y aprovechamiento de la tierra y sus recursos está condicionado por el grado de desarrollo de las relaciones de diferenciación social propias de la economía capitalista. Producen para el mercado, existen relaciones de asalariamiento en la producción de quinua y sal la población

---

<sup>101</sup> CEDLA, 2013. Entrevistas de campo.

<sup>102</sup> Ibídem.

<sup>103</sup> CEDLA, 2013. Entrevistas de campo.

<sup>104</sup> Ibídem.

migra para vender su fuerza de trabajo; quisiera tener un documento de la comunidad para poder acceder a préstamos, al mercado de tierras<sup>105</sup>.

- Por otra parte, la ciudad de Uyuni se encuentra al interior del ayllu Tolampampa, y tiene problemas para su expansión futura. En el área urbana del municipio el régimen de propiedad de los terrenos es privada familiar, desde la fundación de la ciudad de Uyuni es de propiedad del municipio, el mismo que puede vender y transferir a terceras personas a través de un plano catastral<sup>106</sup>.
- En el municipio de Colcha K, la titulación también ha traído conflictos entre familias y comunidades en la definición de límites al interior del municipio; además, hay conflictos de límites con las provincias Daniel Campos y Enrique Baldivieso. Asimismo, hay falta de interés y desconocimiento sobre la titulación. El título de la TCO está bien, se sienten confiados, pero surge el problema de la titulación interna y la falta de seguridad jurídica frente a la TCO<sup>107</sup>.
- En el municipio de Tahua, aún no se ha empezado el saneamiento, porque los ayllus Aranzaya y Maransaya reclaman como territorio casi la totalidad del salar de Uyuni, que, al haberse declarado reserva nacional, no puede otorgarse en propiedad y dominio a terceros.
- Aunque todavía no se ha empezado el saneamiento, existen problemas con seis comunidades (Chorcaza, Chiarcollo, Miraflores K, Peña Blanca, Tamancaza, Villa Aroma), que según el INE, pertenecen a Tahua, pero cuya incorporación reclama el municipio de Llica, la cual es validada por los mismos comunarios, razón por la cual no está totalmente aclarado el problema de pertenencia de comunidades entre los dos municipios<sup>108</sup>.
- Finalmente, los ayllus que reclaman las TCO en el salar de Uyuni y sus alrededores tienen potenciales conflictos con la sobreposición con concesiones mineras y de hidrocarburos. Colcha K es el municipio que tiene mayores problemas, pues ahí se sobrepone el 41% de su territorio con empresas mineras; allí se encuentra la empresa minera San Cristóbal y, en el delta del Río Grande, está la planta de la Empresa de Recursos Evaporíticos y las empresas que explotan ulexita; además, YPFB tiene áreas para la explotación de hidrocarburos.

---

<sup>105</sup> *Ibidem.*

<sup>106</sup> *Ibidem.*

<sup>107</sup> *Ibidem.*

<sup>108</sup> *Ibidem.*

**Cuadro 5**  
**Sobreposición de TCO con concesiones mineras y de hidrocarburos**

Municipio	Nombre TCO-TIOC	Superficie (ha)	Minería	Hidrocarburos	Total	Porcentaje
Uyuni	Distrito Municipal Indígena de Coroma	350.753	6.824	0	6.824	1,95%
Uyuni	Ayllu Aransaya y Urinsaya del Cantón Tolapampa	492.192	40.514	39.653	80.167	16,29%
Colcha K	Central Única Provincial de Comunidades Originarias de Nor Lípez	2.000.292	276.881	547.525	824.406	41,21%
Llica	Ayllu Hornillo	190.814	655	0	655	0,34%
Llica	Ayllu Grande	37.979	0	0	0	0,00%
Tahua	Aransaya Maransaya	1.064.528	8.332	0	8.332	0,78%
Salinas de Garci Mendoza	La Marka Salinas de Garci Mendoza y sus Ayllus	242.030	3.350	0	3.350	1,38%
<b>Total</b>		<b>4.378.588</b>	<b>336.556</b>	<b>587.178</b>	<b>923.734</b>	<b>21,10%</b>

Fuente: CEDLA, 2013.

### **Dinámica económica de las poblaciones del entorno del salar de Uyuni**

Como la tenencia<sup>109</sup> de la tierra al interior de la comunidad es individual/familiar, la forma de producción orientada al mercado evoluciona a partir de la agropecuaria familiar, marginando cada vez más la producción para el autoconsumo, siendo la actividad principal la producción de quinua, que es apoyada con la cría de ganado camélido (llamas). Ambas actividades se combinan con la transformación artesanal de estos productos en alimentos y tejidos.

El ciclo de producción de la quinua y de los camélidos libera a la fuerza de trabajo algunos meses del año, y su escasa productividad obliga a los comunarios a la emigración temporal, que con el tiempo se torna definitiva, para la venta de la fuerza de trabajo en otras regiones y ciudades. Asimismo, la actividad extractiva de la minería en la región ha absorbido fuerza de trabajo de las familias como otra alternativa de generación de ingresos, siendo contratados por empresas mineras capitalistas o con la conformación de cooperativas para la explotación de sal, ulexita, mármol, con tecnología manual.

Asimismo, por la proximidad de la región con Chile, puerta de ingreso de las importaciones de Bolivia de ultramar, las familias también pueden participar del comercio internacional de mercancías como otra opción económica. Finalmente, en los últimos años, la promoción turística de la región, por agencias de turismo ubicadas

<sup>109</sup> Es una forma jurídica o consuetudinaria que regula la propiedad de la tierra.

en la ciudad de Uyuni, han convertido a esta actividad en una alternativa económica de las familias, como proveedoras de servicios turísticos.

A continuación, se hace la evaluación de las actividades productivas realizadas en la región, considerándolas como actividades económicas orientadas a la comercialización mercantil.

### ***Agropecuaria***

La familia es el núcleo de trabajo, donde la participación de cada uno de los componentes adquiere mucha importancia, contribuyendo significativamente a la generación de ingresos para la familia. De acuerdo con la información recogida, el padre y la madre son los que destinan mayor tiempo a las labores pesadas para el cultivo de quinua, como ser la limpieza de la vegetación, barbecho, siembra, control y cuidado de cultivo, cosecha. En el caso de los hijos, éstos apoyan generalmente en el deshierbe, la trilla, el venteado y la participación de la madre es predominante en la comercialización. Asimismo, el cuidado del pastoreo de las llamas, entre la siembra y la cosecha de la quinua, está a cargo de la madre y de los hijos.

También, se contratan jornaleros, bajo la forma de la antigua práctica del *ayni*, solicitando el servicio de cualquier miembro de la comunidad para las labores de barbecho, siembra y cosecha; el solicitante debe retribuir a las personas que lo han apoyado en el trabajo agrícola, con un jornal en efectivo (entre Bs 70 a 120), proveer de alimentación en el mismo lugar de trabajo y disponer de las herramientas que se requieran durante todo el tiempo que dure el mismo<sup>110</sup>.

Con el cambio de orientación de la producción de quinua del autoconsumo hacia el mercado, la tecnología que no habría sufrido grandes cambios durante siglos, ha evolucionado rápidamente introduciendo técnicas mejoradas en todos los procesos, hacia la maquinización. La maquinización se da rápidamente en las extensas planicies, mientras que este proceso todavía es más lento en los terrenos pequeños y con pendiente.

El desthole no era practicado porque las extensiones de cultivo eran casi constantes; luego se empezó a hacerlo, primero con picota y, finalmente, con tractor de roturación. El abonado, inexistente en el pasado, ahora se practica con guano de llama y oveja. La preparación, que no se realizaba, porque se sembraba en *mayqas*<sup>111</sup>, pasó al sistema manual con palas y *liukanas* y, luego, al tractor. La siembra manual, con taquiza, pala y *liukana*, también fue remplazada por el tractor.

---

<sup>110</sup> La *minka*, en cambio, es otra forma de solicitar el trabajo de la comunidad, muy común en la construcción de una habitación o el techado; esta labor es remunerada a cada una de las personas participantes en el trabajo. Así también, la faena es realizada en la región en trabajos colectivos para la comunidad: un representante de las familias participa en la construcción de edificios para los municipios, mantenimiento de caminos, sin remuneración y de forma obligatoria.

<sup>111</sup> *Mayqas* son suelos de tipo franco-arenoso-limoso, bastante sueltos y de características típicas de suelos ferrosos.

**Cuadro 6**  
**Tractores en municipios**

Municipios	Número	Área de Producción (ha)	Densidad
Tahua	10	1.788	0,006
Llica	36	17.620	0,002
Colcha K	44	11.016	0,004
Uyuni	85	26.372	0,003
Salinas	300	44.208	0,007
<b>Total</b>	<b>475</b>	<b>101.004</b>	<b>0,005</b>

Fuente: Fautapo, 2012.

Las labores culturales, como el control de plagas, se las hacía con métodos tradicionales de preparados y extractos (como la saponina, que se extrae de la quinua), pero ahora se está difundiendo el uso de insecticidas industriales. Para la cosecha, que se la hacía arrancando manualmente las plantas, ahora se emplea la picota y el azadón. La trilla manual con *baujtana* está siendo reemplazada con camión/tractor. El venteo manual con plato se reemplaza por la venteadora manual. El almacenamiento con costales de lana se reemplaza con sacos de polipropileno, y recién se empiezan a sustituir los pequeños depósitos rudimentarios de almacenamiento con construcciones específicas de acuerdo con normas.

La comercialización, antes destinada a circuitos mercantiles locales rurales tradicionales, con fines de provisión de bienes que no existen en la zona, se ha convertido en un complejo sistema que sigue canales en los cuales intervienen varios intermediarios hasta la exportación. Los lugares de mayor concentración de los mayoristas son el mercado de Challapata (Oruro) y el del Desaguadero (La Paz).

Corrobora esta modificación del modo de producción de la quinua, es decir, la maquinización y el empleo de fuerza de trabajo asalariada, la evolución de la producción nacional de quinua y la superficie cultivada en las tres últimas décadas, tal como se presenta en los cuadros 7 y 8.

Con base en datos de la producción de quinua y el rendimiento por hectárea para la cosecha de 2010-2011, proporcionados por Fautapo (2012), los costos de producción elaborados para los PDM de los municipios de la región del altiplano sur, los precios de mercado de Challapata proporcionados por ANAPQUI y la proyección del número de familias a partir del Censo 2001, en el Cuadro 9, se hace una estimación al ingreso neto de los municipios estudiados, así como al ingreso familiar promedio en cada uno de ellos, lo que convierte a la producción de quinua en la principal fuente de ingreso de la región.

**Cuadro 7**  
**Producción de quinua**  
**(en toneladas)**

Departamento	1989-1990	2000-2001	2010-2011 (p)
Potosí	5.885	6.600	13.471
Oruro	4.793	6.800	15.500
La Paz	6.168	9.024	7.666
Otros	82	165	217
<b>Bolivia</b>	<b>16.928</b>	<b>22.589</b>	<b>36.854</b>

(p) Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

**Cuadro 8**  
**Superficie cultivada de quinua**  
**(hectáreas)**

Departamento	1989-1990	2000-2001	2010-2011 (p)
Potosí	11.126	10.255	22.137
Oruro	9.660	11.000	28.665
La Paz	16.149	14.100	13.565
Otros	320	335	403
<b>Bolivia</b>	<b>37.255</b>	<b>35.690</b>	<b>64.770</b>

(p) Preliminar.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

**Cuadro 9**  
**Estimación de ingresos por producción de quinua**

Municipio	Producción (qq)	Rendimiento (qq/ha)	Costos (\$us)	Precios (\$us)	Ingreso neto (\$us)	Familias	Ingreso familiar promedio
Uyuni	201.870	13,24	14,44	150,86	27.540.007	5.265	5.231
Colcha K	49.565	13,24	14,44	150,86	6.761.923	2.928	2.309
Llica	98.370	13,24	14,44	150,86	13.420.045	1.635	8.206
Tahua	10.587	13,24	14,44	150,86	1.444.323	1.663	869
Salinas	323.087	11,76	16,25	150,86	43.490.849	4.024	10.808
<b>Total</b>	<b>683.479</b>		<b>14,76</b>	<b>150,86</b>	<b>92.657.147</b>	<b>15.515</b>	<b>5.972</b>

Nota: Solamente en Uyuni se discrimina la población urbana; en los otros municipios, se considera el 100% población rural.

Fuente: Elaboración CEDLA con datos de Fautapo, ANAPQUI y Planes de Desarrollo Municipales.

Bajo la economía tradicional de autoconsumo de la quinua, la cría de ganado camélido es complementaria del altiplano sur; sin embargo, cuando la producción de quinua se orienta al mercado, la producción de camélidos se convierte en un costo que limita la producción de quinua. Es por eso que se ha observado, en la visita de campo, que existe una sustitución de las praderas de pastura, con la expansión de la frontera agrícola de la quinua, tal como muestra el aumento de la extensión de cultivos de la quinua en el Cuadro 8.

La crianza de llamas se constituye en el segundo ingreso de las familias en la región. El Cuadro 10 muestra el cálculo del número de llamas a partir de la carga animal<sup>112</sup> y la extensión de tierras de pastoreo con información de FAUTAPO (2012). Luego, se obtiene, a partir de entrevistas en la región, la tasa de reproducción o faenado, los costos de mantenimiento y el precio de venta; el número de familias se estima a partir del Censo 2001. El resultado muestra, que en la región, el ingreso anual estimado por la producción de llamas es de \$us 2.708.980, y un ingreso promedio por familia de \$us 234. Este ingreso está muy por debajo del ingreso que reciben las familias por la producción de quinua, apenas es el 3%.

**Cuadro 10**  
**Estimación de ingresos por producción de llamas**

Municipio	Carga animal por km2	Extensión pastoreo en km2	Nº de llamas	Tasa de reproducción/faenado 12%	Costo \$us	Precio \$us	Ingreso neto \$us	Familias	Ingreso familiar promedio
Tahua	3,73	4.708	17.565	2.108	10	140	274.010	1.663	449
Llica	3,26	4.929	16.080	1.930	10	140	250.842	1.635	305
Colcha K	3,58	15.196	54.400	6.528	10	140	848.646	2.928	379
Uyuni	7,49	5.921	44.350	5.322	10	140	691.863	5.265	135
Salinas	8,17	5.050	41.258	4.951	10	140	643.620	4.024	160
<b>Total</b>	<b>4,85</b>	<b>35.804</b>	<b>173.653</b>	<b>20.839</b>	<b>10</b>	<b>140</b>	<b>2.709.070</b>	<b>15.515</b>	<b>175</b>

Fuente: Elaboración CEDLA con datos de FAUTAPO, Diagnóstico PEDEL mancomunado y entrevistas de campo.

### ***Migraciones***

Antes del auge de la quinua, que empieza en la década de los años ochentas, la inmigración temporal era otro factor importante de la dinámica económica de la región. La población sale temporalmente de sus comunidades porque la estacionalidad de la agropecuaria y el elevado nivel de pobreza les obligan a complementar sus ingresos en otros lugares. Esta dinámica tiene que ver con las limitaciones productivas, la marcada estacionalidad del ciclo agrícola, la falta de acceso a mercados

<sup>112</sup> El número de cabezas de ganado que puede sostener una extensión de tierra.

para vender y comprar productos, la falta de infraestructura productiva y la falta de apoyo técnico y financiero.

El tiempo de migración también está marcado por la producción agrícola de la quinua. Se estima una emigración temporal de siete meses, tiempo en que se libera parte de la población de las labores de siembra y cosecha. La emigración se da en la región a los centros poblados, principalmente Uyuni y Challapata, donde la actividad económica es intensa. También salen de las comunidades a las ciudades como Oruro, La Paz, Cochabamba o Santa Cruz y, muy frecuentemente, hacia Chile: Pisiga, Antofagasta, Iquique o, también, a ciudades de la Argentina.

Los empleos u oficios a los que se dedica la población migrante masculina son: albañilería, minería y costura; en cambio, las mujeres se dedican al comercio, servicio doméstico y costura.

La emigración temporal se torna definitiva en las nuevas generaciones, pues los padres, en la perspectiva de brindar un mejor futuro a sus hijos, les envían a estudiar fuera, lo que les permite arraigarse en estos lugares, liberándolos de su modo de producción familiar.

Pese a que la migración de algún miembro de la familia puede ser definitiva, siempre mantiene los vínculos con la familia en la comunidad, estableciéndose la característica poblacional de la doble residencia, que consiste en tener casa y parte de la familia en otra ciudad, ya sea dentro del territorio nacional o fuera de nuestras fronteras; estas familias o personas, si bien pueden estar ausentes por largas temporadas o incluso años, siempre están pendientes de sus propiedades y no pierden contacto con su comunidad.

Las oportunidades mercantiles que proporciona el auge de la quinua están reconfigurando esta dinámica migrante de la población. Los migrantes definitivos, que antes volvían sólo para las fiestas, ahora, al igual que los migrantes temporales, vuelven para los períodos de la siembra y cosecha de la quinua; además, habiendo logrado cierto estatus económico fuera de la región, traen dinero para mejorar la producción mercantil de la quinua.

Con la proyección de la población y número de familias del Censo 2001, la tasa de emigración e ingresos promedio obtenidos de los PDM de los municipios, en el Cuadro 11 se estima en \$us 18.217.448 millones los ingresos provenientes de la emigración temporal en la región del salar de Uyuni, con un ingreso promedio familiar de \$us 1.174.

## Cuadro 11

### Estimación de ingresos provenientes de la inmigración temporal

Municipio	Familias	Población	Tasa de migración	Emigrantes	Meses	Ingreso mensual (\$us)	Ingreso total (\$us)	Ingreso medio familiar
Uyuni	5.265	18.638	20	3.728	7	150	3.914.400	743
Colcha K	2.928	12.064	80	9.651	7	150	10.133.550	3.461
Llica	1.635	5.642	13,5	762	7	150	800.100	489
Tahua	1.663	5.754	12	690	7	150	724.500	436
Salinas	4.024	12.595	20	2.519	7	150	2.644.950	657
<b>Total</b>	<b>15.515</b>	<b>54.693</b>		<b>17.350</b>			<b>18.217.500</b>	<b>1.174</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de Planes de Desarrollo Municipales de los cinco municipios.

### *Minería*

La consecuencia de las limitaciones de la actividad agropecuaria y la penetración de la economía mercantil convertían a la minería en una actividad temporal alternativa para la población de las comunidades. Como se verá, esta actividad es importante en la misma región, con antecedentes anteriores a la colonia.

El municipio de Colcha K es el que tiene mayor potencial minero de toda la región. Toda la zona es rica en yacimientos minerales, donde predominan los de salmueras, cloruro de sodio, boratos, yeso, carbonato de sodio, sulfato de sodio, litio, potasio, magnesio, boro, cal y mármol. Sin embargo, la explotación industrial es reducida, destaca la explotación de Bórax propiciado por Tierra S.A., SOCOMIR, Copla Ltda., la explotación de azufre por la Cooperativa Minera Unión Progreso Ltda. y la explotación de la sal por comunidades campesinas. En la comunidad Vinto K, se tiene la explotación de mármol. En la comunidad de Atulcha, se tiene la explotación de sal mediante SOPROSAL<sup>113</sup>.

Dentro de los minerales que tradicionalmente exporta Bolivia, se tienen la plata, el estaño, el antimonio, el manganeso, el oro, el cobre y el plomo, los que no son explotados en la actualidad, exceptuando la mina San Cristóbal, de propiedad de la compañía japonesa Sumitomo, la más grande explotación minera jamás conocida en el país (Cuadro 12).

En el municipio de Uyuni, existen centros mineros que jugaron roles importantes dentro de la historia y la producción minera; entre ellos. están: Pulacayo, antiguo centro minero, fue uno de los principales distritos productores de estaño y plata, motivo por el cual la primera vía férrea que se tendió en el país llegó a esta población. Asimismo, también están Huanchaca, Carguaycollo y Huarimarcas. Se cuenta con yacimientos de zinc-plata-plomo, zinc y plata; entre otros productos no metálicos

<sup>113</sup> PDM Municipal de Colcha K.

explotados en el municipio, están la piedra caliza y el cloruro de sodio del salar, que actualmente explota la comunidad de Colchani que ha conformado la Cooperativa Industrial Rosario Limitada (Ibídem).

**Cuadro 12**  
**Minerales en Colcha K**

Comunidades	Mineral	Comunidad	Mineral
Colcha "K"	Sulfato	Malil	Plata, plomo, zinc
San Cristóbal	Plata, complejo	Río Grande	Bórax
Villa Candelaria	Zinc	Villa Mar	Cobre
Mañica	Piedra caliza	Santiago de Chuvica	Piedra caliza
Santiago De Agencha	Sulfato y sal	Río Márquez	Azufre, bórax, sulfato
Cieneguillas	Cobre	Aguaquiza	Sulfato, mármol
Copacabana	Complejo	Villa Loma	Cobre
Agua Castilla	Cobre	Atulcha	Sal
Loma Colorada	Cobre	Pampa Grande	Caliza
Puerto Chuvica	Sal y bórax	Santiago	K, Plata
Santiago Chuvica	Cal	Santiago Río Blanco	Cobre mármol
Viacha	Cal	Vila Vila	Cobre

Fuente: Elaboración propia con base en Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K, 2006.

De la misma forma en el municipio de Llica, existen potenciales reservas de minerales metálicos y no metálicos, como se puede ver en el Cuadro 13, sin embargo, su explotación está limitada a la explotación de azufre en la comunidad de Sejichua, a cargo de la “Cooperativa Minera Agrícola Unión Progreso”, con 24 socios afiliados (11 activos y 13 pasivos)<sup>114</sup>.

Asimismo, en las serranías de Cóndor, Iquiña, María Luisa, Margarita, Kjanca y otros parajes del municipio de Salinas de Garci Mendoza, existen riquezas de minerales de plomo, plata, cobre, zinc, oro y otros, los mismos que fueron explotados por los españoles.

En el municipio de Tahua, no existe una producción minera que explote lo que existe en materia de minería; de acuerdo con las informaciones de los comunarios, se pudo percibir que existe una cooperativa de producción de sal, una asociación de productores que agrupa a varias comunidades<sup>115</sup>.

<sup>114</sup> Cuenta con una pala mecánica, 4 volquetas con capacidad de 20 toneladas, 1 trailer de 30 toneladas, un alza pata de 20 toneladas, generador de energía a motor y otros elementos que son necesarios en la explotación. Con ello, producen 80 toneladas al mes (300 m<sup>3</sup>), que se venden a la empresa SAMCO de la ciudad de Oruro (PDM Llica).

<sup>115</sup> Se produce rústicamente con los propios materiales que cuenta cada familia; esta asociación la integran personas de diferentes comunidades como: Chiquini, con 8 afiliados; Caquena, con 35 afiliados; Chiltayco con 35 afiliados; Cacoma, con 15 afiliados. Esta asociación trabaja temporalmente en épocas de diciembre a marzo. La producción

**Cuadro 13**  
**Recursos mineralógicos del municipio de Llica**

Cantón	Mineral	Estado
Cahuana	Plomo, cobre, plata y zinc	No explota
Sejchihua	Azufre	En explotación Cooperativa
Chacoma	Azufre, bórax, ulexita	No explota
Tres Cruces	Ulexita	No explota
San Pablo de Napa	Azufre, ulexita, cobre, oro	No explota
Liviscota	Sulfato de sodio	En explotación
Huanaque	Plomo, zinc	No explota
Bella Vista	Azufre, ulexita, cal, sulfato de cobre	No explota
Agencia Castilluma	Ulexita	No explota
Murmuntani	Ocre, oro	No explota

Fuente: Elaboración propia con base en Plan de Desarrollo Municipal de Llica, s/f.

A continuación, se hará una evaluación económica de la producción de San Cristóbal, la producción de bórax (ulexita) en Río Grande y de cloruro de sodio en las diferentes comunidades de las orillas del salar. La producción de carbonato de litio y cloruro de potasio, que recién empieza y que está a cargo de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL, queda reservada para un acápite especial, por ser la razón que lleva a hacer esta evaluación.

### *San Cristóbal*

San Cristóbal es una depresión volcánica de 4 km de diámetro. Alberga un cuerpo de mineral que contiene aproximadamente 450 millones de onzas de plata, 8.000 millones de libras de zinc y 3.000 millones de libras de plomo en reservas probadas y probables.

San Cristóbal está en manos de la empresa transnacional Sumitomo. Tiene 1.400 trabajadores, 850 son asalariados sindicalizados en el Sindicato Mixto de Trabajadores Mineros, al cual pertenecen 20 mujeres. Los restantes 550 trabajadores son personal de profesional calificado (de staff). También, 600 trabajadores prestan servicios a la empresa San Cristóbal en otras empresas.

Según el testimonio de un trabajador<sup>116</sup>, el 70% de los trabajadores asalariados (que no son de staff) son de las comunidades del entorno del salar de Uyuni, es decir, 1.015 trabajadores, de los 850 de la empresa y 600 de empresas de servicios. Estos trabajadores estarían ganando, en promedio, un salario mensual de Bs 3.000<sup>117</sup>,

de sal de acuerdo con la información de los comunarios, es de de 600 a 1.000 T la sal es comercializada en bruto a Coipasa, semanalmente llegan 7 carros que transportan la sal.

<sup>116</sup> CEDLA, 2013. Entrevistas de campo.

<sup>117</sup> *Ibídem.*

un aproximado de \$us 437<sup>118</sup>, lo que significa un ingreso anual para las familias de la región de \$us 6.209.770<sup>119</sup>.

El proceso de producción minera consta de la extracción, el transporte a la planta de procesamiento, la molienda y la separación del mineral en concentrados. La extracción se realiza con técnicas modernas de producción masiva a cielo abierto, se hacen perforaciones con anfor y diesel. Luego, una pala carga un camión de 240 toneladas en dos minutos. El transporte de los camiones es hasta la chancadora. La chancadora proporciona 2.000 toneladas por hora (48.000 en un día). Luego de triturado el material mineralizado, se lleva hasta el domo, donde se concentran los minerales en filtros hasta 40.000 toneladas al día, con un contenido de 27 millones de onzas de plata, 8 millones de libras de zinc y 3 millones de libras de plomo en 180.000 hectáreas de terreno entre San Cristóbal, Jayula, Tesorera y Delgado. La producción anual de concentrados de zinc es de 570.000 TMF (300.000 en metálico), 150.000 TMF de concentrados de plomo (100.000 en metálicos) y 700 toneladas de plata metálica.

**Cuadro 14**  
**Precios de los minerales que explota San Cristóbal**

Minerales	2008	2009	2010	2011	2012
Zinc \$us/ton.	1.915	1.607	2.158	2.202	s/d
Plomo \$us/ton.	2.158	1.651	2.136	2.422	s/d
Plata \$us/ton.	473.750	449.375	614.062	1.100.312	s/d

Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia.

**Cuadro 15**  
**Producción para un año promedio con precios 2011**

Minerales	Volumen concentrado	Volumen metálico	Valor metálico en millones de \$us
Zinc	570.000	300.000	660
Plomo	150.000	100.000	242
Plata	-	700	770
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.672</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de MMM y OBIE CEDLA.

Como la empresa Sumitomo vende concentrados, se descuenta el costo de fundición, al valor que recibe normalmente el 20%. Por tanto, la empresa recibe el 80% de valor total: \$us 1.338 millones anuales.

<sup>118</sup> En todas las conversiones de Bolivianos a dólares se utiliza el tipo de cambio de 6,87.

<sup>119</sup> Para obtener esta cifra, se multiplica el salario mensual de \$us 450 por 14 (12 meses del año, más aguinaldo y finiquito) y luego se multiplica por 1.015, que es el total de trabajadores.

Para el pago de regalías, se determina por escalas en función al precio internacional y al tipo de mineral. Para el zinc, se paga una alícuota máxima de 5% del valor bruto de producción, cuando los precios de la libra de zinc son mayores a 0,94. Para el plomo, 5% máximo cuando los precios superan Bs 0,60 la libra fina. Para la plata, la regalía máxima es el 6%, cuando la plata supera los \$us 8 la libra fina. Los precios internacionales de los últimos años superan los límites máximos de la ley, por lo que la empresa ha estado pagando el máximo de regalías de zinc, plomo y plata. En el ejercicio, se tiene:

**Cuadro 16**  
**Estimación de regalías mineras pagadas por San Cristóbal**

Mineral	Valor bruto de producción (millones de \$us)	Impuesto complementario a la minería (millones de \$us)
Zinc (5%)	660	33
Plomo (5%)	242	12
Plata (6%)	770	46
<b>Total</b>	<b>1.672</b>	<b>91</b>

Fuente: Elaboración propia con base en la Ley 3787.

Los ingresos anuales promedio por regalías mineras son de \$us 91 millones, de los cuales el 85% (\$us 77 millones) van a la gobernación del departamento de Potosí y el 15% restantes (\$us 14 millones), al municipio de Colcha K. El ciclo de producción del yacimiento es de 15 años, siendo que se explotará hasta 2023, generando un ingreso por regalías de \$us 1.547: \$us 1,315 millones para gobernación y \$us 232 millones para Colcha K<sup>120</sup>.

En conclusión, la explotación de la mina San Cristóbal proporciona un ingreso anual para la región, por salarios a trabajadores y regalías, por algo más de \$us 20 millones. Asimismo, la contribución al empleo es significativa, por ejemplo, por cada 15 familias, hay un trabajador en San Cristóbal.

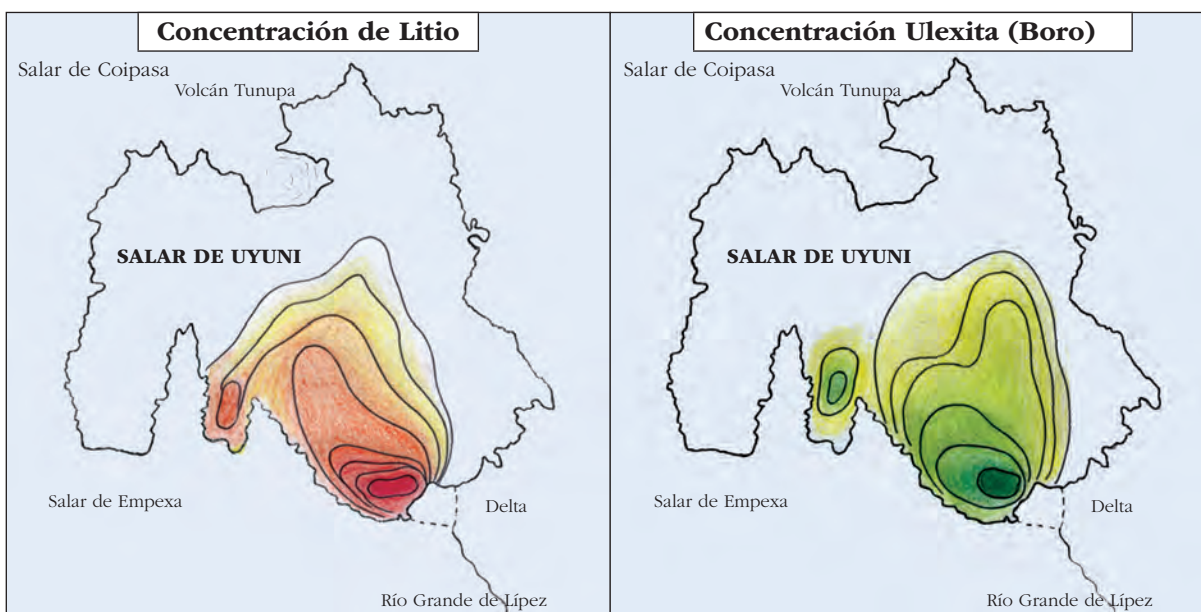
#### *Producción de ulexita en Río Grande*

El delta del Río Grande es un lugar geográficamente estratégico para la producción de ulexita, así como para la producción de carbonato de litio y cloruro de

<sup>120</sup> La empresa, además de pagar el ICM, debe regirse por el sistema nacional de impuestos; sin embargo, las leyes dan incentivos fiscales, de manera que la empresa pague menos: i) No pagan el 3% del impuesto a las transacciones por la exportación de productos mineros; ii) no pagan gravamen arancelario e IVA por la importación de maquinaria; iii) no pagan IUE si la utilidad es reinvertida en su totalidad en bienes de capital y creación de fuentes de trabajo; iv) no pagan el Impuesto a la propiedad de bienes inmuebles por las nuevas construcciones y edificaciones que realiza el proyecto por un período de 10 años; v) paga 1% de servicios de valoración aduanera, cuando se trate de importaciones efectuadas al amparo de este régimen impositivo; vi) pueden acelerar la depreciación de los activos fijos para recuperar la inversión y no pagar impuesto a las utilidades durante los primeros años; vii) pueden deducir dos veces del IUE por gastos de exploración; viii) tienen devolución del IVA y del gravamen arancelario a las exportaciones.

potasio, pues es un área fundamental donde se concentran las reservas del salar de Uyuni<sup>121</sup>; por ello, tanto los productores de ulexita como la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de Comibol tienen sus operaciones en esta zona. El Mapa 4 muestra esta situación:

**Mapa 4**  
**Concentración de las reservas del Salar de Uyuni**



Fuente: Rojas, s/f.

En ese sentido las concesiones mineras del salar de Uyuni se concentran en la zona del delta del Río Grande. En el Cuadro 17 se muestra el detalle de concesiones mineras en el salar de Uyuni, que, según CIRESU, tendría una extensión de 91.624 hectáreas de las 1.344.000 hectáreas de reserva fiscal que tiene el salar de Uyuni<sup>122</sup>.

<sup>121</sup> “Los depósitos de reservas en el salar de Uyuni varían en función a las concentraciones existentes de las mismas en diferentes áreas del salar. Las concentraciones de los diferentes elementos existentes en el salar no son iguales ni homogéneas en el conjunto del área del mismo. De acuerdo con el informe N° 17 ORSTOM, el litio se concentra de modo particular en la parte sur, en la desembocadura del Río Grande de Lipez. Los niveles de litio en el curso de la desembocadura son más altos y disminuyen a medida que se alejan de la misma. El agua arrastrada por este río se acumula en las épocas de lluvia, pero luego se evaporan durante la época seca. Similarmente con el boro y la ulexita, las mayores concentraciones de este elemento se encuentran en la desembocadura del Río Grande de Lipez, disminuyendo progresivamente hacia el interior del salar. De esta manera, las mayores explotaciones de ulexita también se sitúan en los márgenes de la desembocadura del Río Grande” (Rojas, s/f).

<sup>122</sup> El Cuadro 17 detalla solamente una extensión de 33.166 hectáreas, porque en la base de datos de concesiones mineras de SERGEOTECMIN 2011 se registran sólo esas concesiones; se asume que la diferencia corresponde a las que no tienen dato y pertenecen a la COMIBOL.

**Cuadro 17**  
**Detalle de concesiones mineras en el salar de Uyuni**

Nombre	Propietario	Provincia	Tipo	Has
Jackeline	Sociedad Minera Agrícola Farellones SRL	Antonio Quijarro	Pertenencia	-
Huanchaca Lequepata	COMIBOL	Antonio Quijarro	Pertenencia	-
Luis Castillo	COMIBOL	Antonio Quijarro	Pertenencia	-
Ernesto Campos	COMIBOL	Antonio Quijarro	Pertenencia	-
Joaquín Arce	COMIBOL	Antonio Quijarro	Pertenencia	-
San Fernando	COMIBOL	Antonio Quijarro	Pertenencia	-
David	IBOCAL Ltda.	Antonio Quijarro	Pertenencia	20
Lucero	Carlos Mirko Lebl Gutiérrez	Daniel Campos	Pertenencia	990
Progreso Lipez	COSSMIL	Nor Lipez	Pertenencia	1.000
Progreso Comunitario	Alí Donaire Arcenio	Nor Lipez	Pertenencia	56
Cristóbal 8	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	425
Cristóbal 5-Sucesivas II	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	225
Cristóbal 5-Sucesivas I	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	200
Cristóbal 7-Sucesivas II	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	100
El Salar	Freddy Rolando González Anza	Nor Lipez	Cuadrícula	175
Don Daniel	Verónica Flores-Sandra Flores y otro	Daniel Campos	Cuadrícula	150
Fe Minera II	Río Tinto Mining and Exploration Limited	Nor Lipez	Cuadrícula	14.625
Cruzani	Edwin Niel Manrique Revilla	Antonio Quijarro	Cuadrícula	100
Crisocola	Río Tinto Mining and Exploration Limited	Nor Lipez	Cuadrícula	7.500
Eimpt II	Rubén Tordoya Zelaya (20%), Paola Tordoya Virrueta (40%), Vanesa Tordoya Vidaurre (40%)		Cuadrícula	300
Fortunata II	Gilberto Villca Flores y otro	Antonio Quijarro	Cuadrícula	125
Atincar	Río Tinto Mining and Exploration Limited	Antonio Quijarro	Cuadrícula	3.750
Cristóbal 1	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	625
Cristóbal 5	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	100
Cristóbal 7	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	625
Cristóbal 6	Juan Jorge Aitken Castedo	Nor Lipez	Cuadrícula	375
Jimitani	Sociedad Anónima Minera San Cristóbal	Nor Lipez	Cuadrícula	1.450
Tierra Blanca	Empresa Unipersonal Carmen Rosa Burgos Ortiz	Nor Lipez	Cuadrícula	250
<b>Total</b>				<b>33.166</b>

Pertenencias: concesiones adjudicadas antes de la declaratoria de Reserva Fiscal (DS 21260, de 16 de mayo de 1985). Cuadrículas: concesiones adjudicadas en la vigencia de la Ley 1854, promulgada en abril de 1998.

Fuente: CIRESU, 2011 y SERGEOTECCMIN para el detalle de hectáreas.

En el año 1985, según el DS 21260, se declaró reserva fiscal a toda el área del salar de Uyuni (2.326.000 hectáreas); en ese entonces, ya existían 10 concesiones. Luego con la Ley 1854, conocida como Ley Valda, se redujo la zona de reserva fiscal a 1.344.000 hectáreas, lo que permitió a particulares adjudicarse 77.025 hectáreas en la cuenca del Río Grande (El Diario, 19 de enero de 2007).

Actualmente, existen cinco productores que están explotando ulexita, tal como muestra el registro de comercialización entre enero y abril de 2011 en el Cuadro 18:

**Cuadro 18**  
**Registro de comercialización de ulexita**  
**(ene-abr 2011)**

<b>Operador</b>	<b>Toneladas</b>
Cooperativa Estrella del Sur	13.138
COSSMIL	380
EIMPT	297
SOCCOMAVEKSC	1.208
Socomir	12.095
<b>Total</b>	<b>27.118</b>

Fuente: CIRESU, 2011.

La ulexita es un mineral compuesto de borato hidratado de sodio y calcio, llamada también “piedra televisión” por la propiedad que tiene de ver el otro lado de la piedra. La ulexita, junto con halita, yeso, tenardita y mirabilita, constituyen los más importantes minerales en la fase sólida de los depósitos salinos andinos y pre-andinos, ubicadas en la cordillera andina, sobre los 2.500 m.s.n.m. Tiene varias aplicaciones en la industria química, es insumo para la producción de ácido bórico, boro y derivados; se usa también en la agroindustria como micronutriente, en la industria cerámica, de fritas y esmaltes; se aplica también en la industria de vidrio y fibra de vidrio y, además, es un elemento para la fundición (Rojas, s/f).

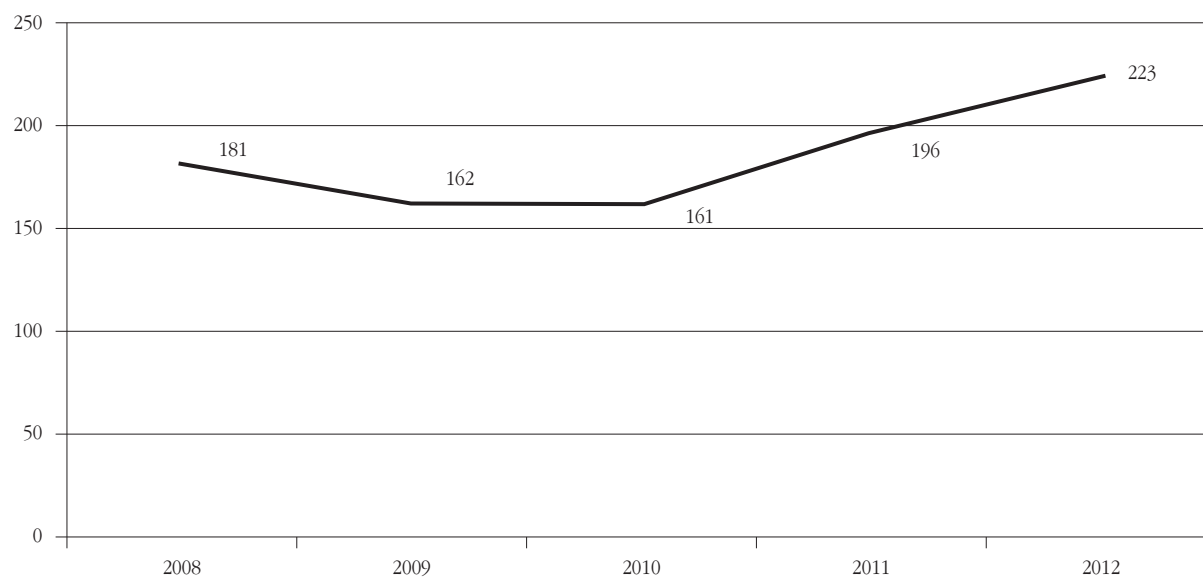
La extracción de ulexita se realiza en forma semi mecanizada removiendo la costra y extrayendo el manto de ulexita con métodos manuales para evitar la contaminación. La ulexita es secada, molida y tratada en caliente con ácido sulfúrico. Cuando se han filtrado las impurezas la solución es depositada en cubetas para la cristalización del ácido bórico por enfriamiento natural. La solución con cristales se centrifuga para separar el ácido bórico, el que se seca con aire caliente y se obtiene con grado técnico (95-99% pureza) (Ibídem).

La Cooperativa Estrella del Sur y la empresa Socomir, las que son los principales productores, entregan en bruto la ulexita a la planta de la empresa Copla ubicada en Río Grande, la que procesa y la vende en Cochabamba, Santa Cruz o Chile. Cerca

de 200 trabajadores horadan diariamente la costra salina para extraer 1.200 toneladas de ulexita, vendiéndola a \$us 100 la tonelada.<sup>123</sup>

Los precios de la tonelada de ulexita para los años 2008 a 2012 se muestran en el Gráfico 1. Éstos han sido calculados dividiendo el valor bruto de la producción entre el volumen, proporcionados por los boletines estadísticos del Ministerio de Minería y Metalurgia.

**Gráfico 1**  
**Precio de la ulexita**  
**(\$us por tonelada)**



Fuente: Ministerio de Minería y Metalurgia, 2013.

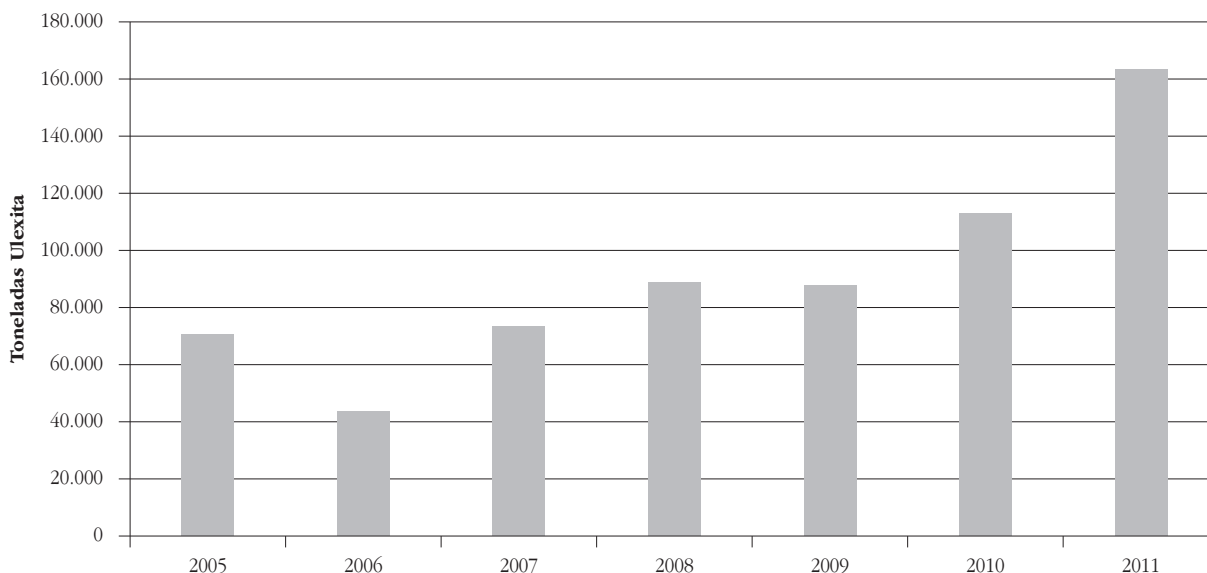
Asimismo, en el Gráfico 2, se muestra la evolución creciente de la producción de ulexita extraída en Río Grande en el período 2005 a 2011.

Considerando que la producción en 2011 fue de 165.000 toneladas vendidas en bruto a \$us 100 por la Cooperativa Estrella del Sur y Socomir, la comunidad de Río Grande recibió un ingreso de \$us 16.500.000. En la comunidad, viven 860 habitantes, de los cuales 200 son inmigrantes, alrededor de unas 200 familias, por lo que el ingreso familiar promedio anual por explotación de ulexita sería de \$us 82.500. Este ingreso no considera el transporte, pues, según testimonio de un comunario, todas las familias tienen volquetas que transportan el mineral a los mercados y también prestan servicios a la GNRE.

<sup>123</sup> Entrevista Comunidad Río Grande.

## Gráfico 2

### Registro de comercialización de ulexita 2005-2011



Fuente: CIRESU Audiencia Uyuni de marzo de 2012.

#### *Producción de sal*

Al menos, existen ocho comunidades dedicadas a la producción de sal en los alrededores del salar; en el municipio de Colcha K, la sociedad de productores de sal está conformada por las comunidades de Altucha, Santiago de Agencha, Puerto Chuvica; en el municipio de Tahua, la asociación de productores de sal está conformada por las comunidades de Chiquini, Caquena, Cacoma y Chiltalco y, en el municipio de Uyuni, está Colchani.

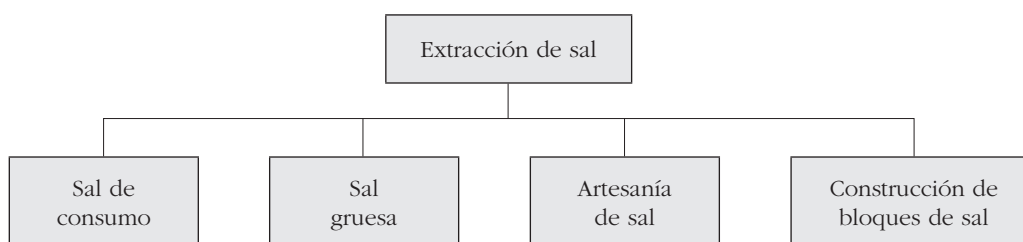
En Colchani, la producción de sal se da a través de la Cooperativa Industrial Rosario Limitada, que agrupa a 150 socios. Por esa zona, al Sudoeste del salar, sólo esta comunidad tiene acceso a la explotación de sal, pagando un arrendamiento a CIRESU. Existen trabajadores de otros lugares que son admitidos en la comunidad con la condición que traigan a sus familias para que los niños estudien en la escuela, y ésta no se cierre<sup>124</sup>.

El proceso de producción de sal consiste en: extracción, transporte, secado, molienda, procesamiento para consumo humano, embolsado y transporte al mercado-comercialización. En la producción trabajan 30 productores, que entregan cada uno 5 toneladas por día en la época de producción continua, entre los meses de marzo a junio. Entre julio a noviembre, la producción es baja (50%), por el frío y el inicio de lluvias y la siembra de quinua desde agosto. Y, entre diciembre a febrero, no se trabaja. La extracción es completamente manual con pico y pala<sup>125</sup>.

<sup>124</sup> Entrevista de campo en Colchani.

<sup>125</sup> *Ibidem*.

### Gráfico 3 Usos de la sal



Fuente: Entrevista de campo Colchani, 2013.

Con estos datos, tenemos que la producción anual de sal en Colchani es de 29.250 toneladas (635.870 quintales), en 195 jornadas de 30 trabajadores. En el salar un quintal de sal cuesta Bs 1; puesto en la población, que incluye costo de transporte, carga y descarga, el quintal alcanza a Bs 4. El ingreso bruto por explotación y transporte de sal es de Bs 2.543.478 (\$us 370.230). El transporte está ligado a la extracción. El 50% de la producción se vende como sal natural a las molineras (planta de Itos en Oruro) y el 50% restante se vende como sal yodada a los mercados de Potosí, Tarija y Chuquisaca.

En las entrevistas de campo, sólo se pudo captar el proceso de producción de cloruro de sodio y los ingresos en la comunidad de Colchani. Para el cálculo de volumen de producción e ingresos para las dos asociaciones de producción de sal, se considera la misma escala que en Colchani, por lo que el ingreso bruto estimado por la producción de sal en los alrededores del salar de Uyuni es aproximadamente de \$us 1.110.690.

### **Comercio internacional**

La zona oeste del salar de Uyuni está cerca de la frontera con Chile; por ello, se convierte en importante canal de las importaciones y exportaciones de Bolivia. Son dos los canales más importantes: por el Sur está la ruta Antofagasta-Ollague-Uyuni, y, por el Norte está la ruta Iquique-Pisiga-Bella Vista. Las importaciones están compuestas por alrededor de 1.800 productos, siendo el diesel, la gasolina y compuestos para bebidas los que representan el 37%. Las exportaciones están compuestas por más de 300 productos, siendo el petróleo, la torta de soya y torta de girasol los que representan el 67% de las exportaciones.

En el Cuadro 19, se tienen el volumen y el valor de las importaciones en estas dos rutas, para el primer cuatrimestre de los años 2012 y 2013. Los datos muestran que entre el 5 al 7% del volumen y valor de las importaciones ingresan por esa zona. En términos de valor, se puede estimar que entre \$us 350 a 500 millones de mercancías entran por esta zona.

## Cuadro 19

### Volumen y valor de importaciones por la región oeste del salar de Uyuni

Vía de Ingreso	Enero-abril 2012				Enero-abril 2013			
	Volumen (Ton)	%	Valor MM \$us	%	Volumen (Ton)	%	Valor MM \$us	%
Iquique-Pisiga-Bella Vista	56.626	3,85%	79.668	3,17%	64.154	4,35%	117.077	4,15%
Antofagasta-Ollague-Uyuni	32.032	2,18%	37.485	1,49%	21.658	1,47%	59.286	2,10%
Bolivia	1.470.644	100,00%	2.512.494	100,00%	1.473.782	100,00%	2.822.478	100,00%

Fuente: IBCE, 2013.

No se puede atribuir a las familias que viven en la zona la participación en los ingresos de las importaciones, y mucho menos de las exportaciones, porque esta región es solamente de paso para el transporte en camiones y en ferrocarril. Sin embargo, es probable que gente de la región pueda participar en el transporte y obtener a cambio algún ingreso o que personas y familias puedan participar en alguna escala del comercio internacional por esta región. De este modo, el ingreso para las familias de la región por comercio internacional es indeterminado.

Por otra parte, algunas entrevistas realizadas en la zona y la revisión hemerográfica al respecto advierten que la región es zona de tránsito para el comercio ilegal o contrabando de mercancías. En efecto, hay indicios muy fuertes de la existencia de un sistema de comercio ilegal de narcóticos en la zona: se exportan cocaína, pasta base de cocaína y marihuana, y se importan, autos, precursores para la preparación de cocaína y, tal vez armas. Otros negocios asociados al narcotráfico son el lavado de dinero, el tráfico de personas y de combustibles (Schultz y Zúñiga, 2009).

“La capital de la provincia potosina Antonio Quijarro, Uyuni, se convirtió en un centro de acopio de sustancias controladas donde clanes familiares operan para introducir cocaína y marihuana a la República de Chile. Lamentablemente no solamente Uyuni, sino también Llica y aquellas poblaciones que están próximas a la frontera con Chile se ha constituido en centros de acopio de sustancias controladas” [Coronel Williams Villa, Director FELCN (El Potosí, 25 de mayo de 2012)].

“La frontera de Potosí con Chile y Argentina continúa siendo la de mayor flujo de droga del país” [Coronel Williams Villa, Director FELCN (<http://digiltakyrios>)]; “los narcotraficantes de cocaína y marihuana utilizan las rutas del Sudoeste potosino para trasladar droga a Chile” [Sargento Eliodoro Mamani FELCN (Radio Pío XII, 3 de julio de 2013)].

“La mayor parte de la pasta base que se destina a Chile o Argentina se produce en precarias fábricas o en pequeñas viviendas emplazadas en el altiplano, radicalmente distintas de los grandes laboratorios hallados en Santa Cruz. La ruta atraviesa el altiplano, siguiendo las vías existentes entre El Alto y Uyuni, para después ser acopiada y de allí seguir varios desvíos, pudiendo continuar por Laguna Colorada,

Laguna Verde, Ojito de Perdiz, Árbol de Piedra, Villa Mar, Alota, San Pedro o Llica” (Giacoman, s/f).

Se han identificado cuatro rutas: i) Uyuni-Soniquera-Villa Mar-Laguna Colorada-Hito Cajones-San Pedro de Atacama; ii) Uyuni-Alota-Abaroa; iii) Uyuni-Salar-San Juan-Abaroa; iv) Uyuni-Llica-Chile<sup>126</sup>.

En el caso del contrabando de vehículos, “la Aduana tiene un mapa de nueve rutas que parten de Iquique y enlazan con: i) Mauque-Cariquima-Pisiga-Challapata; ii) Mauque-Cariquima-Pisiga-Uyuni-Challapata; iii) Charaña-Coro Coro-Quime-Irupana-La Asunta; iv) Charaña-Huayllamarca-Oruro; v) Wara-Cariquima-Colchane-Pisiga-Sabaya-Challapata; vi) Cariquima-Salar de Coipasa-Orinoca-Quillacas-Huari-Challapata; vii) Cariquima-Pisiga-Salinas de Garci Mendoza-Quillacas-Oruro; viii) Llica-Bella Vista-Salar de Uyuni-Coroma-Quillacas-Chillapata; ix) Todosantos-Escara-Andamarca-Challapata” (Condori Quispe, Jorge Hernán. “La raíz del negocio ilegal de chutos se encuentra en Chile”. La Razón, 6 de mayo de 2013).

“Esta actividad ilegal del narcotráfico es camuflada con la actividad agrícola”<sup>127</sup> y “con las agencias de turismo”<sup>128</sup>. Para el caso de los chutos, “se ha descubierto una agencia de viajes que funciona como fachada, un nexo entre compradores de automóviles y talleres que transforman para la internación a suelo boliviano, todo funciona con depósitos bancarios a nombre de la agencia investigada” (Condori Quispe, Jorge Hernán. “La raíz del negocio ilegal de chutos se encuentra en Chile”. La Razón, 6 de mayo de 2013).

Según el XI informe de la reunión del Comité de Frontera e Integración Chile-Bolivia, realizada en Iquique los días 1 y 2 de septiembre de 2010, se han aumentado las incautaciones de droga provenientes de Bolivia, además, se han incrementado las incautaciones de sustancias químicas esenciales que son desviadas a Bolivia (ceniza de soda, ácido sulfúrico y acetona).

Los ingresos generados por el sistema de comercio internacional ilegal son indeterminados. Sin embargo, si la magnitud de estos ingresos es muy alta, podría tener grandes connotaciones sobre la dinámica económica de la región, subordinándolas a su circuito.

### **Turismo**

El turismo es otra actividad económica que ha ido creciendo en los últimos veinte años. El principal atractivo es el paisaje, encabezado por el imponente salar de Uyuni, las lagunas de colores, el volcán Tunupa, el cráter Ulo, entre otros, y varios miradores desde donde se puede apreciar la enorme planicie de la región. Asimismo, existe un sinnúmero de ruinas arqueológicas de los antiguos habitantes del Salar: ciudadelas, fortalezas, cementerios, pinturas rupestres, museos donde se conservan utensilios e instrumentos de trabajo. También, existen varios atractivos turísticos de

<sup>126</sup> Entrevistas de Campo.

<sup>127</sup> Coronel Williams Villa, Director FELCN, El Potosí, 25 de mayo de 2012.

<sup>128</sup> Entrevistas de campo.

carácter histórico, como Pulacayo, el cementerio de trenes, la iglesia de San Cristóbal, la iglesia de Tahua, etc. El Viceministerio de Turismo ha registrado 67 sitios turísticos en los municipios de Colcha K, Llica y Tahua.

La ubicación geográfica de la ciudad de Uyuni —Sudeste del salar—, es estratégica para conectar las ciudades de La Paz-Oruro y Potosí con el Norte de Chile y la Argentina, habiéndose convertido en un centro de paso obligatorio de la infraestructura de transporte (caminos y vía férrea). No hay que olvidar que se fundó gracias a la construcción del tren que llevaba la plata de Pulacayo a Antofagasta, al final del período del auge de la plata en 1889.

Por esta razón, la ciudad de Uyuni se ha convertido en la puerta de entrada turística a la región del salar de Uyuni, siendo allí que se concentran los operadores de turismo y la infraestructura hotelera, existiendo registrados 76 operadores de turismo y 42 establecimientos de hospedaje. Asimismo, existen hoteles y alojamientos en las comunidades que son parte de los diferentes circuitos turísticos.

Al respecto, existen varios circuitos turísticos que parten desde la ciudad de Uyuni; los más promocionados por las agencias son: i) Uyuni-Salar (Isla del Pescado)-San Juan-Laguna Colorada-Laguna Verde-Uyuni, tres días, dos noches; ii) Uyuni-Salar de Uyuni (incluye visitas a cementerio de trenes, Colchani, Hotel de Sal e Isla de Pescado)-Uyuni, un día; iii) Uyuni-Salar (Isla del Pescado)-San Juan-Uyuni, dos días y una noche; iv) Uyuni-Isla Pescado-Tahua-Lagunas (hedionda, Chiracota y Honda)-Desierto de Siloli-Laguna Verde-Laguna Colorada-Uyuni, cuatro días, tres noches; v) Uyuni-Salar-San Juan-Laguna Colorada-Laguna Verde-San Pedro de Atacama, tres días dos noches<sup>129</sup>.

El flujo de turistas registrados en los hoteles de Uyuni para el año 2012 es de 70.703, siendo de procedencia nacional 26.206 y de procedencia extranjera, 44,497<sup>130</sup>. Según entrevista al encargado de la Secretaría de Turismo de Uyuni, el tiempo de pernocte promedio es de 2 días con un gasto promedio de \$us 50 para nacionales y \$us 100 para extranjeros, lo que daría un ingreso total de anual de \$us 5.760.000.

Asimismo, la visita a la Isla de Pescado tiene un costo de Bs 15 (\$us 2), que van destinados a los municipios de Tahua y Llica. En el año 2011 visitaron la Isla de Pescado 70.015 turistas dejando un ingreso para los municipios de \$us 140.030.<sup>131</sup>

### **Proyecto de industrialización de litio**

Desde el año 2007, cuando el gobierno anunció el proyecto de industrialización del litio del salar de Uyuni, se han generado grandes expectativas, como aquéllas que señalan que “el litio se traducirá en combustible del futuro para los vehículos y tendrá la característica fundamental de cuidar el medio ambiente” (Evo Morales

<sup>129</sup> <http://www.turismoboliviaperu.com>

<sup>130</sup> Entrevista a Secretaría de Turismo Uyuni, 2013.

<sup>131</sup> La Reserva Eduardo Abaroa tiene un ingreso de Bs 11 millones por el ingreso de 82.000 turistas en el año 2012; sin embargo, no se registran en el estudio, pues estos ingresos corresponden a la provincia Sud Lipez.

en [http://www.hoybolivia.com/Noticia.php?IdNoticia=1726&tit=litio\\_de\\_uyuni\\_sera\\_el\\_combustible\\_del\\_futuro\\_para\\_vehiculos](http://www.hoybolivia.com/Noticia.php?IdNoticia=1726&tit=litio_de_uyuni_sera_el_combustible_del_futuro_para_vehiculos) (11/05/2008), y que “Bolivia será el centro de la producción de baterías, además de ser uno de los pilares de la industrialización de los recursos naturales con una participación cien por ciento estatal, iniciando con ello, la superación del patrón primario exportador” (GNRE, 2011).

El éxito del litio en la construcción de baterías se debe a la capacidad de conducir y almacenar energía<sup>132</sup>, que lo convierte en una alternativa ideal para enfrentar el desafío de aumentar el rendimiento energético<sup>133</sup> de una industria basada en la maquinización electrónica. Los aparatos portátiles cargables y no recargables concentran el 80% de la demanda para baterías, el transporte de vehículos, motos y bicicletas el 19%, y el almacenamiento de electricidad el 1% (ver Gráfico 4). Estimaciones de la demanda total de carbonato de litio para el año 2025 señalan que ésta crecerá a 498.571 TM, siendo la industria automotriz (41%) y la de aparatos portátiles (22%) las que concentrarán el 67% de ese crecimiento (Signum Box, 2012).

**Cuadro 20**  
**Demanda mundial de carbonato de litio**  
**(TM/ año)**

Industria	2008	2009	2010	2011	2012	Part% 2012	Δ% 2008-2012
Baterías	24.027	25.864	35.954	38.131	44.508	27,83%	85,24%
Vidrio y cerámica	15.691	18.120	21.376	22.881	24.377	15,24%	55,36%
Lubricantes	9.900	10.395	10.915	11.460	12.034	7,53%	21,56%
Polímero y farmacéutica	10.105	10.227	10.171	10.210	10.251	6,41%	1,44%
Tratamiento de aire	5.500	5.775	6.006	6.246	6.496	4,06%	18,11%
Fabricación de productos químicos	4.250	4.335	4.422	4.510	4.600	2,88%	8,24%
Substancias y preparados químicos	2.363	2.433	2.506	2.582	2.659	1,66%	12,53%
Aluminio	2.000	1.950	1.901	1.854	1.807	1,13%	-9,65%
Otros	21.000	21.525	22.063	22.615	23.180	14,50%	10,38%
<b>Total</b>	<b>94.836</b>	<b>100.624</b>	<b>115.314</b>	<b>120.489</b>	<b>159.912</b>	<b>100,00%</b>	<b>68,62%</b>

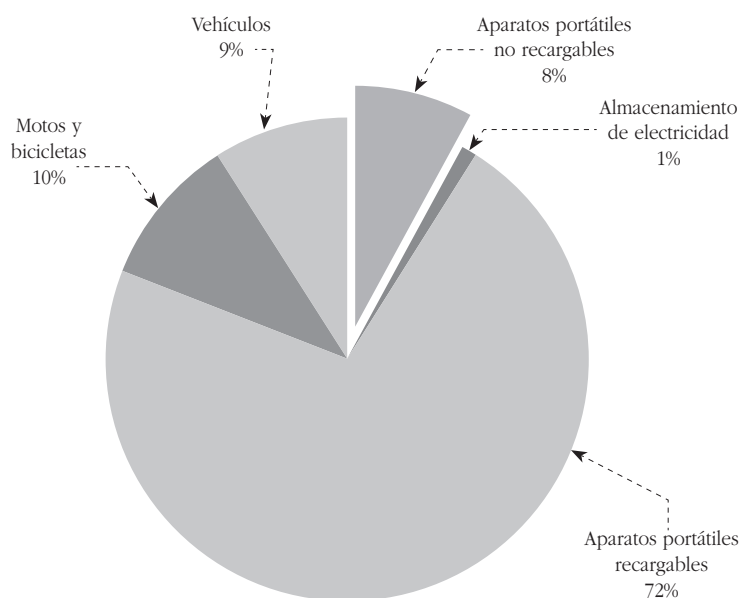
Δ%: Variación porcentual.

Fuente: Elaboración propia con base en GNRE, 2011.

<sup>132</sup> No se debe confundir estas propiedades con la capacidad de generación de energía que tiene el petróleo u otras fuentes, ya que se ha divulgado que las baterías de litio en el transporte sustituirían al petróleo contaminante, con lo cual las presiones ambientales de la producción capitalista serían mitigadas.

<sup>133</sup> Rendimiento Energético o Eficiencia Energética, es el cociente entre la energía utilizada y la energía total consumida.

**Gráfico 4**  
**Consumo de litio en baterías**  
**(2011)**



Fuente: Signum Box, 2012.

La amplia capacidad de transferencia de calor que tiene el litio le permite también captar una amplia demanda en la producción de vidrios y cerámicas, ya que reduce la temperatura de fusión de los materiales mejorando el rendimiento energético; además, mejora la calidad del producto haciéndolo estable y resistente al calor, lo que lleva a importantes mejoras de la productividad. Por otra parte, como es un elemento ligero, se utiliza en lubricantes<sup>134</sup> de aceites y grasas, procurando mayor presión a altas temperaturas, ya que aumenta la viscosidad del lubricante para que siga proporcionando una presión constante de lubricación y, cuando se enfría no cambia su consistencia.

Los usos del litio en la producción de vidrios, cerámicas y lubricantes son conocidos como usos tradicionales y representan juntos un poco más de la demanda para baterías (29%). Finalmente, el litio tiene un sinnúmero de aplicaciones en la industria química, farmacéutica, metalúrgica y otras, que cubren el 46% de la demanda restante de carbonato de litio.

En cuanto a la oferta de litio, las reservas conocidas alcanzan a cerca de 30 millones de toneladas, siendo las reservas del salar de Uyuni las terceras más importantes, detrás de Chile y los Estados Unidos. Tomando en cuenta un crecimiento de la demanda muy optimista, no existirían problemas para la provisión de litio para la

<sup>134</sup> Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma asimismo, una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones (Wikipedia).

industria por decenas de años, más aun si se confirma que las reservas del salar de Uyuni habrían crecido a 100 millones de toneladas<sup>135</sup>.

**Cuadro 21**  
**Reservas mundiales de litio**  
**(Toneladas métricas)**

País/Fuente	Pegmantitas	Salmueras	Salmueras geotermales y pozos petrolíferos	Arcillas (hetorita)	Jadarita	Total reservas
EEUU	2.830.000	40.000	1.750.000	2.000.000		6.620.000
Canadá	255.600					255.600
Zimbawe	56.700					56.700
Zaire	2.300.000					2.300.000
Australia	262.800					262.800
Austria	100.000					100.000
Finlandia	14.000					14.000
Rusia	1.000.000					1.000.000
Serbia					850.000	850.000
Brasil	85.000	2.640.000				85.000
China	750.000					3.390.000
Bolivia		5.500.000				5.500.000
Chile		6.900.000				6.900.000
Argentina		2.550.000				2.550.000
<b>Total x fuente</b>	<b>7.654.199</b>	<b>17.630.000</b>	<b>1.750.000</b>	<b>2.000.000</b>	<b>850.000</b>	<b>29.884.100</b>

Fuente: Cochilco con base en Evans, 2008.

**Cuadro 22**  
**Reservas estimadas de los principales minerales del salar de Uyuni**  
**(en millones de toneladas)**

Elemento	ORSTOM I	ORSTOM II	GNRE
Litio	5,5	9	100
Potasio	110	200	2.000
Boro	3,2	3,2 a 6	65
Magnesio	–	180	2.000

Fuente: Plataforma Energética, 2013.

<sup>135</sup> Estudios que se están desarrollando en el salar de Uyuni, por parte de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de la COMIBOL, basándose en perforaciones con una profundidad de más de 220 m., estiman que las reservas del salar superan los 100 millones de TM de litio y dos mil millones de TM de potasio. Comparando esta información con la existente sobre las reservas mundiales, se puede afirmar que más del 70% del litio del mundo se encuentra en el salar de Uyuni (GNRE, 2011).

De acuerdo con estudios de las empresas involucradas en el Litio, muchas empresas están dedicadas en esta industria, con diferentes grados de avance, algunos con mayor trayectoria y experiencia en la producción, otras están ingresando con proyectos en desarrollo, pero también algunos yacimientos aún no han sido considerados para su explotación.

La producción estimada de carbonato de litio habría crecido de 82.042 toneladas, en 2008, a 138.967, en 2013, es decir, un aumento del 69%, siendo los tres principales productores Chile, China y Argentina. Bolivia destaca, pues, en 2013, empieza la puesta en marcha de la planta piloto con una producción anual de 1.000 toneladas (GNRE, 2011).

**Cuadro 23**  
**Producción estimada de carbonato de litio**  
**(TM)**

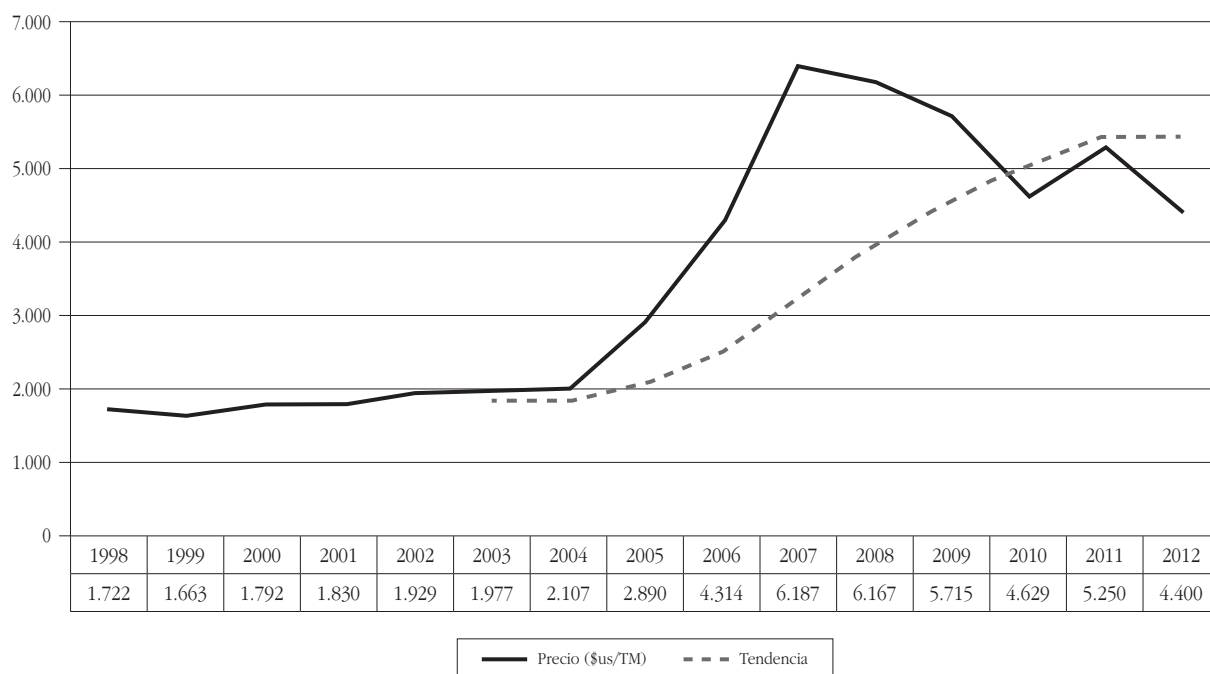
País	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Argentina	9.139	9.505	9.885	10.280	10.692	11.119
Bolivia	0	0	0	0	0	1.000
China	5.140	11.940	17.890	22.140	26.390	39.140
Chile	63.393	66.562	69.225	73.056	77.099	81.334
Estados Unidos	4.370	3.838	3.915	4.032	4.193	4.361
<b>Total</b>	<b>82.042</b>	<b>91.845</b>	<b>100.915</b>	<b>124.519</b>	<b>136.374</b>	<b>138.967</b>

Nota: Se corrige la producción de Bolivia estimada para 2011 15.000 TM, 2012 18.000 TM, y 2013 22.000 TM.

Fuente: Montenegro, 2012.

Existe un exceso de demanda de 15% en relación con la oferta estimada, lo cual presiona los precios a la alza. Obsérvese en el Gráfico 5 que, entre 2004 y 2007, los precios del carbonato de litio se triplican, aproximadamente, de \$us 2.000 o 6.000 la TM. La crisis inmobiliaria de 2008 frena el crecimiento de los precios y los hace caer. La tendencia de precios muestra que éstos se mantendrán en los próximos años por encima de los \$us 5.000.

**Gráfico 5**  
**Precios de carbonato de litio**  
**(dólares por tonelada métrica, \$us/TM)**



Fuente: Montenegro, 2012.

### ***Proyecto de la GNRE***

El DS 29496 de 1 de abril de 2008, declara prioridad nacional la explotación de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni e instruye la creación dentro de la estructura institucional de COMIBOL de un ente ejecutor responsable de la exploración, explotación e industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni. En ese sentido, COMIBOL crea la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia, dependiente de COMIBOL, bajo tuición del Ministerio de Minería y Metalurgia (GNRE, 2011).

Los objetivos generales de la GNRE son: i) industrializar los recursos evaporíticos contenidos en los salares de Uyuni, Coipasa y demás salares y lagunas; ii) concretar este proyecto, en todas sus fases; iii) valor agregado a nuestros productos evaporíticos; iv) generar ingresos para las regiones productoras y para el país en su conjunto; v) convertir a la Estrategia de Explotación e Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, junto con la química básica, en una base fundamental para el potenciamiento e industrialización general del país<sup>136</sup>.

Objetivos inmediatos: i) instalar un laboratorio experimental, para dar inicio a la producción de carbonato de litio y cloruro de potasio semi-industrial, durante la

<sup>136</sup> *Ibíd.*

primera fase; ii) construir una planta industrial, para producir carbonato de litio y cloruro de potasio, durante el desarrollo de la segunda fase; iii) producir otras sales de potasio, magnesio y boro en fases posteriores; iv) potenciar y desarrollar infraestructura y servicios básicos como agua potable, energía eléctrica, caminos, entre otros.<sup>137</sup>

### **Primera fase: Investigación y plantas piloto**

La fase de investigación se inicia en 2008 con la instalación del primer laboratorio de salmueras. La investigación está orientada al desarrollo de los procesos de producción de carbonato de litio y cloruro de potasio. Existen tres líneas de investigación para la obtención de los productos: i) la línea del encalado; ii) la línea de los sulfatos; y iii) la línea de la bishofita<sup>138</sup>.

Aunque ya están en operaciones las plantas piloto con base en la línea del encalado y ya se tienen avances en la fase de industrialización, la investigación no ha concluido. Con el método del encalado en la fase de industrialización, se requerirían 1.000 toneladas de cal diarias y produciría similar cantidad de desecho, lo que trae como consecuencias problemas técnicos y ambientales. Con el método de los sulfatos la cantidad de cal se reduciría a 50 toneladas diarias, así como de los residuos, sin embargo, los compuestos son más complejos y peligrosos<sup>139</sup>.

Aunque los métodos de evaporación son similares en la producción de carbonato de litio y cloruro de potasio, existen particularidades en el salar de Uyuni que complican el proceso: i) El contenido de litio en la salmuera es muy bajo comparativamente con los yacimientos de Chile que tienen 5.000 partes por millón, que sólo se alcanza en el salar de Uyuni en los lugares de mayor concentración; ii) los niveles de evaporación en el Salar de Uyuni son muy bajos, con una media de 1.500 mm por año mientras que en Atacama es de 3.600; iii) los niveles de magnesio en relación con el litio son muy altos, en una relación de 24 a 1, muy alta comparativamente con Zhabuye Salt Lake donde es de 0,8 a 1; iv) la relación sulfato/litio también es muy alta, de 24,29, mientras que en Atacama es de 11 (mientras mayor es esta relación implica mayor uso de cal); v) la única ventaja en Uyuni es la porosidad de 35%, que en Atacama es de 18%<sup>140</sup>.

En forma paralela, desde fines de 2008, se iniciaron los trabajos de construcción de la infraestructura de las plantas piloto: terraplenes, campamentos, provisión de agua, energía eléctrica, comunicaciones, laboratorios, equipamiento pesado y liviano, piscinas de evaporación en una extensión aproximada de 600.000 m<sup>2</sup> y otros (Plataforma Energética, 2013).

En 2011, se iniciaron la construcción y la adquisición de los equipos requeridos para la Planta Piloto de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y la planta semi industrial de KCl, con una inversión de \$us 18 millones. En la actualidad, ambas plantas están en funcionamiento<sup>141</sup>; a

---

<sup>137</sup> *Ibidem*.

<sup>138</sup> Cedla, 2013. Entrevista GNRE.

<sup>139</sup> *Ibidem*.

<sup>140</sup> *Ibidem*.

<sup>141</sup> La producción de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> aun tiene problemas, pues se produce con niveles de secado al 95%, siendo el óptimo de 99% (Entrevista GNRE, 2013).

máxima capacidad la planta de  $\text{Li}_3\text{CO}_2$  producirá hasta 480 toneladas anuales, y hasta 12.000 toneladas la planta de KCl, con ventas anuales de \$us 6,4 millones (Plataforma Energética, 2013).

Para determinar las utilidades se considera que el costo de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  no excederá de \$us 3.000 la tonelada y el precio de venta de \$us 5.000 (Montenegro, 2012); entonces por 480 toneladas, se tiene un valor de venta de \$us 2.400.000, un costo de \$us 1.440.000, y una ganancia de \$us 960.000. La diferencia entre las ventas totales y las ventas de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , \$us 4.000.000, es el ingreso por ventas de 12.000 toneladas de KCl. Como no se tiene información sobre el costo de KCl, se asume que éste tiene la misma proporción del costo de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  (60%), entonces, su costo de producción sería de \$us 2.400.000 y la ganancia de \$us 1.600.000, obteniéndose de este modo que la ganancia anual de la producción de las plantas piloto es de \$us 2.560.000.

De acuerdo con el proyecto de ley de industrialización de los recursos minerales evaporíticos del salar de Uyuni de 2007, el 30% de las ganancias de la GNRE serán para los municipios de Colcha K, Uyuni y Llica, con lo que se tiene un ingreso para la región por las operaciones de las plantas piloto de \$ 768.000.

Si para la aplicación de las regalías mineras por la producción de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y KCl consideramos como referencia el DS 27799, de 2004, que establece regalías mineras para recursos evaporíticos del boro, en un máximo de 5% del valor bruto de producción, tenemos que las regalías anuales serán de \$us 320.000, por lo que el 15% de éstas (de acuerdo con la Ley 3787) irán a manos de los municipios productores: \$us 48.000<sup>142</sup>.

Finalmente, las plantas piloto tienen un personal de 270 trabajadores con un salario promedio de Bs 5.000 (\$us 728), generando un ingreso bruto anual de \$us 2.755.000 de la masa de salarios<sup>143</sup>.

Entonces, los ingresos probables anuales para la región del salar de Uyuni por la puesta en marcha de las plantas piloto sería de \$us 3.571.862.

## **Segunda fase: Producción industrial de carbonato de litio y cloruro de potasio**

Para que esta fase, destinada a la producción industrial, ingrese en operación entre 2015 y 2016, requiere de innumerables estudios y trabajos previos que garanticen la infraestructura básica necesaria. Parte de estos trabajos ya han sido iniciados en 2011 (Plataforma Energética, 2013).

El diseño y la construcción de infraestructura implican: i) Ingeniería a diseño final; ii) construcción de módulos industriales de piscinas de evaporación; iii) dotación de energía eléctrica de media y alta tensión, y agua; iv) infraestructura caminera y ferroviaria; v) construcción de las plantas industriales<sup>144</sup>.

<sup>142</sup> Se asume que los municipios beneficiados con las regalías serán aquellos que se benefician con el 30% de las ganancias, esto según el proyecto de ley de industrialización de los recursos minerales del salar de Uyuni de 2007.

<sup>143</sup> CEDLA, 2013. Entrevista Montenegro.

<sup>144</sup> *Ibídem*.

La inversión estimada por el proyecto es de \$us 485 millones; sin embargo, en la medida que la GNRE encara el proyecto, admite que faltarán entre \$us 150 a 200 millones<sup>145</sup>. Sin embargo, comparativamente con otros proyectos de producción de carbonato de litio y cloruro de potasio en otros países, las inversiones realizadas por la GNRE son las más bajas.

**Cuadro 24**  
**Costo de inversiones para la producción de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y KCl**

Empresa	Yacimiento	Tonelaje de producción de planta	Costo para 30.000 T de carbonato de litio y 700.000 T de cloruro de potasio
Li <sub>3</sub> Energy Estados Unidos	Maricunga, Chile	90.000 cloruro de potasio	\$us 700 millones
FMC Lithium Corporation Estados Unidos	Salar Hombre Muerto, Argentina	34.000 T Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y 55.000 KCl	\$us 848 millones
GNRE Bolivia	Salar de Uyuni, Bolivia	30.000 Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y 700.000 KCl	\$us 485 millones financiados por BCB, faltan de \$us 150 a 200 millones
Exar Lithium Canadá	Salar Olaroz, Argentina	20.000 T Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y 40.000 KCl	\$us 1.191 millones
Oro Cobre Australia	Salar Olaroz, Argentina	17.500 T Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y 20.000 KCl	\$us 1.067 millones
Galaxy Resources Australia	Sal de Vida, Argentina	25.000 Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y 95.000 KCl	\$us 2.717 millones
Sal de Olaroz	Salar de Olaroz, Argentina	16.400 Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y 10.000 KCl	\$us 1.358 millones

Fuente: Entrevista GNRE, 2013.

La producción anual prevista de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> será de 30.000 toneladas y 700.000 toneladas de KCl, con ventas anuales estimadas de \$us 395 millones. Por otra parte, el empleo directo será de 1.000 trabajadores y de 4.000 empleos indirectos con un salario promedio de Bs 5.000 (\$us 728)<sup>146</sup>.

Con un ejercicio similar al realizado para las plantas piloto, se calcula en \$us 194.000.000 las ganancias anuales por la producción industrial de Li<sub>2</sub>CO y KCl, siendo el 30% de éstas destinado a los municipios de Colcha K, Uyuni y Llica: \$us 58.200.000. Por otra parte, \$us 19.750.000 corresponden a las regalías (el 5% del valor bruto de ventas), de los cuales \$us 2.962.500 se destinan a los tres municipios. Finalmente, el ingreso bruto por salarios de los trabajadores directos es de \$us 10.192.000, y de \$us 40.768.000 de los trabajadores indirectos, por lo que los ingresos anuales que obtendría la región del salar de Uyuni por la producción industrial de materias primas serían de \$us 112.122.500.

<sup>145</sup> Entrevista GNRE, 2013.

<sup>146</sup> CEDLA, 2013. Entrevista Montenegro.

### **Tercera fase: Producción de baterías de ion litio**

La tercera fase de producción de baterías de ion litio (2013-2015) comprende: i) investigación y capacitación mediante la adquisición de laboratorios especializados en electroquímica, síntesis y caracterización de materiales; ii) puesta en marcha y operación de una planta piloto de materiales de cátodos mediante la firma de un contrato de riesgo compartido establecido entre COMIBOL y Posco Kores, de Corea. Esta planta deberá entrar en operación hasta fines del año 2013; iii) compra e instalación de una planta piloto de baterías de ion litio (contrato de compra de la empresa Lin Yi Gelon New Battery de China, que entrará en funcionamiento, también a finales de 2013; iv) plantas industriales (CEDLA, 2013).

Se producirán materiales de cátodo, electrolitos, baterías de ion litio de distinto tipo, con una inversión de \$us 400 millones, vía crédito del Banco Central de Bolivia, con ventas anuales posibles de \$us 350 millones. La administración, operación e inversión se harán conformando una sociedad mixta con el Estado boliviano para incorporación de tecnología de punta (Ibídem).

No se consideran ingresos para la región por la implementación de esta tercera fase, pues la planta piloto que se pretende implementar se encuentra en la vieja planta de volatilización de La Palca, a pocos kilómetros de la ciudad de Potosí, y aún no se tiene nada definido para la producción industrial.

### **Posibles impactos**

En este punto, se sintetizan todas las estimaciones de ingresos y empleo de las principales actividades económicas de las poblaciones de la región del salar de Uyuni, donde se hallan las reservas de recursos evaporíticos, fundamentalmente litio y potasio, en los municipios de Uyuni, Colcha K, Llica, Tahua y Salinas de Garci Mendoza, con el propósito de intentar hacer una aproximación a los posibles impactos económicos regionales de la explotación minera de carbonato de litio y cloruro de potasio en relación con el conjunto de las actividades productivas de la región.

Los cálculos de las magnitudes de ingresos y empleo son una aproximación cuantitativa preliminar, debido a que éstas se deducen de la observación, entrevistas y varias fuentes secundarias, intentando generalizarlas en un modelo que sintetiza las particularidades de cada actividad productiva. Sin embargo, permite tener una idea cualitativa de los posibles impactos de la explotación minera de litio y potasio, sobre el conjunto de las actividades productivas que orientan o van orientando su producción al mercado.

El desarrollo económico, en general, se concibe como el crecimiento de las fuerzas productivas sociales y, por lo tanto, la perspectiva de la llamada industrialización de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni se traducirá en mayores ingresos y empleo, mejorando con ello las condiciones de vida de la población de la región. Más bien, se trata de ver cómo, a partir de la mejora relativa de ingresos y empleo, se puede ver la tendencia de las transformaciones en las relaciones sociales de producción.

Saber si el desarrollo de las fuerzas productivas tiene lugar en el marco de los principios de la economía plural, de complementariedad, reciprocidad, solidaridad, redistribución, igualdad, seguridad jurídica, sustentabilidad y transparencia, o, a lo mejor, éste se da subordinado a las formas de organización económica, comunitaria, estatal, a relaciones mercantiles capitalistas, subsumiendo su producción a la producción de ganancias, transformándola en relaciones de trabajo asalariado y capital, y bajo la hegemonía del capital monopólico.

El Cuadro 25 presenta la estimación de ingresos de las actividades productivas, mientras que el Cuadro 24 presenta la estimación del empleo.

### Cuadro 25

#### Posibles impactos de la industrialización del litio en la región del salar de Uyuni (Estimación de ingresos anuales en dólares)

Actividad productiva	Ingresos por ganancias	Ingresos por salarios	Ingresos por regalías	Total de ingresos
Quinua	92.657.147	Producción familiar, la ganancia incluye salario	No paga regalías	103.109.533
Llamas	2.709.070	Producción familiar, la ganancia incluye salario	No paga regalías	2.917.460
Migraciones	No corresponde	18.217.500	No paga regalías	18.217.500
San Cristóbal	La empresa exporta sus ganancias	6.209.770	14.000.000	20.209.770
Ulexita	No determinado	Producción cooperativa	123.750	16.500.000
Sal	No determinado	Producción cooperativa	No paga regalías	1.110.690
Comercio internacional (legal y circuito de narcotráfico)	No determinado	No determinado	No determinado	No determinado
Turismo	No determinado	No determinado	No paga regalías	5.900.000
Plantas piloto de Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y KCl	768.000	2.755.000	48.000	3.571.000
Plantas industriales de Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> y KCl	58.200.000	40.768.000	2.962.500	101.930.500
<b>Total sin proyecto</b>	<b>95.366.217</b>	<b>24.427.270</b>	<b>14.123.750</b>	<b>167.965.062</b>
<b>Total con proyecto</b>	<b>154.334.287</b>	<b>67.950.270</b>	<b>17.134.250</b>	<b>273.965.062</b>

Fuente: Elaboración propia según resultados de la investigación.

**Cuadro 26**  
**Posibles impactos de la industrialización del litio en la región**  
**del salar de Uyuni**  
**(Estimación de empleo)**

Actividad económica	Número de trabajadores
Quinua	27.182 <sup>1</sup>
Llamas	27.182 <sup>1</sup>
Migración	17.350
Mina San Cristóbal	1.015
Explotación de ulexita	200
Explotación de sal	450
Comercio internacional	No determinado
Turismo	No determinado
Plantas piloto de la GNRE	270
Plantas industriales de la GNRE	5.000

<sup>1</sup> Se calcula en función al porcentaje de población económicamente activa de Bolivia del año 2011.

Fuente: Elaboración propia.

Existen dos escenarios: el previo y el de implementación del proyecto. En el escenario previo, se tiene una economía regional dominada por la producción de quinua, concentrando el 61% de los ingresos y, dentro del sistema de producción tradicional, se asume que debería emplear toda la población económicamente activa (PEA) (50% de la población total). La producción de llamas, que es complementaria a la producción de quinua, porque la PEA distribuye su tiempo de trabajo en función al ciclo de producción de la quinua, apenas participa del 2% de la generación de ingresos.

La migración temporal en busca de ingresos en otros lugares también es parte del sistema de producción tradicional; sin embargo, es la más sensible a la mercantilización, ya que, al vender su fuerza de trabajo, el campesino se reproduce como proletario. Representa el 11% de los ingresos regionales y concentra el 64% de la PEA.

Una característica de la economía tradicional, que ya tiene articulación mercantil en mercados regionales y con la venta de fuerza de trabajo temporal (en la minería, por ejemplo) es la existencia únicamente de ingresos familiares; sin embargo, con el auge de la producción de la quinua para el mercado internacional, se dan transformaciones en su modo de producción, con la introducción de técnicas mejoradas en todos sus procesos, el empleo de maquinaria y el empleo de fuerza de trabajo asalariada, convirtiéndola en una actividad que produce ganancia.

La explotación minera, que participa del 23% de los ingresos regionales y concentra el 6% de la PEA, es la actividad económica más importante. La minería

propriadamente capitalista<sup>147</sup>, ligada a la industria pesada de producción de máquinas, es la que rompe desde fuera el modo de producción tradicional, condiciona el patrón primario exportador de la economía y es un enclave de la producción capitalista monopólica.

La explotación de los yacimientos de San Cristóbal en la región es el ejemplo palmario de esta relación, porque con 1.400 trabajadores produce 40.000 toneladas diarias de concentrados de zinc, plata y plomo, una escala de producción nunca antes registrada en la minería boliviana<sup>148</sup>. En el cuadro de estimación de ingresos, sólo se muestran los ingresos regionales en salarios y regalías que deja San Cristóbal para la región; no toma en cuenta el valor bruto de la producción, que, en promedio, es alrededor de \$us 1.672 millones anuales<sup>149</sup>. La producción y las ganancias se realizan fuera de Bolivia; es un enclave industrial capitalista.

Por otra parte, la región se encuentra geográficamente en una parte de la frontera con Chile, puerto de entrada y salida de mercancías. Las rutas de Iquique-Pisiga-Bella Vista y Antofagasta-Ollague-Uyuni concentran entre el 5 al 7% de las importaciones de Bolivia, entre \$us 350 a 500 millones, de más de 300 productos. Los ingresos que se quedan en la región, del total de ingresos que se generan con esta actividad del capital comercial, no están determinados; sin embargo, serían un porcentaje muy pequeño, consistente en salarios de población empleada para facilitar el tránsito, ya que los mercados de importación y sus operadores están concentrados en los centros urbanos.

En el caso de las exportaciones de Bolivia, éstas se concentran en un 67% en petróleo, torta de soya y de girasol. Es menos probable una participación directa de la región en los ingresos generados por el capital comercial; por ejemplo, la producción masiva de San Cristóbal sale de la empresa en tren a Chile directamente al puerto de exportación para el Japón.

Sin embargo, hay indicios de la existencia de un sistema ilegal de narcotráfico, que frecuentemente tiene asociaciones con el contrabando de precursores, el lavado de dinero y el tráfico de personas. La región se habría convertido en un centro de acopio de sustancias controladas, donde clanes familiares operan para introducir cocaína y marihuana a la República de Chile. También existirían fábricas precarias en comunidades del altiplano. Esta actividad ilegal estaría camuflada en la actividad agrícola y de turismo. Los ingresos generados por este sistema tampoco están determinados, pero, si la magnitud de éstos es muy alta, podría tener grandes connotaciones sobre la dinámica económica regional.

El turismo es otra actividad que ha crecido mucho durante los últimos años, debido a los atractivos paisajísticos, arqueológicos e históricos de la región. La ciudad de Uyuni concentra a 76 operadores de turismo y 42 establecimientos de hospedaje.

---

<sup>147</sup> La extracción de sal también podría ser considerada parte de la economía tradicional, ya que, en las migraciones temporales, los lipeños llevaban, junto con las llamas, sal a otros lugares para intercambiarlos.

<sup>148</sup> Comparativamente, la COMIBOL, en su mejor período de producción producía 20.000 toneladas diarias de concentrados en varias minas con más de 20 mil trabajadores.

<sup>149</sup> Ver Cuadro 16.

Los ingresos estimados que genera esta actividad son del 4% del total de las actividades de la región.

Como se puede ver, en este primer escenario, las relaciones mercantiles y capitalistas ya están bien arraigadas en la economía de la región, están presentes en el núcleo de la propia actividad productiva tradicional, y diversificadas en otras actividades, como el comercio, el turismo y la propia minería. Sin embargo, éstas no se dan de manera armónica y equilibrada, pues el desarrollo de la producción de quinua no sólo rompe con el equilibrio pecuario, sino que impone la explotación de la fuerza de trabajo al interior y del surgimiento de productores que controlan la producción.

Con la implementación de las plantas para la producción de carbonato de litio y cloruro de potasio aumentarán en 63% los ingresos regionales y se requerirá un porcentaje de 19% del empleo en relación con la PEA regional. Con ello, se dinamizará aun más la economía mercantil capitalista de la región.

Por una parte, aumentará la demanda de fuerza de trabajo y, con ello, se incrementarán los ingresos de las familias. Pero, por otra parte, no parece que con este proyecto pueda superarse el patrón primario exportador, ya que la producción de carbonato de litio y cloruro de potasio en grandes escalas no deja de ser materia prima. Esta producción tampoco está vinculada a las otras actividades productivas.

En el caso de la producción de baterías de litio cerca a la ciudad de Potosí, proceso que aún no avanza, no comprende que ésta está ligada a la producción de automóviles que no se fabrican en Bolivia; en caso de darse, se proyecta como un enclave de la producción industrial de automóviles.

La industrialización es un proceso complejo que implica mucho más que la instalación de plantas de producción de materias primas y la producción de baterías de litio. La industrialización tiene que ver con un proceso integral de la evolución histórica de la producción y de las relaciones sociales.

En la historia del capitalismo se conoce como la acumulación originaria de capital, que consiste en la transformación del modo de producción individual en una producción socializada con base en la producción maquinizada. Paralelamente al desarrollo tecnológico, se da un proceso de diferenciación social que separa a la sociedad en clases, la concentración de los medios de producción y de subsistencia como propiedad privada de los capitalistas, y la proletarización de las masas, libres de medios de producción y de vender su fuerza de trabajo, a cambio de un salario que apenas es una parte del valor que su trabajo genera en la producción. Es decir, un proceso complejo y contradictorio: producción socializada y apropiación privada de sus frutos.

Históricamente, en Bolivia, el capitalismo no se dio como resultado de un proceso de acumulación originaria propio, sino que vino desde fuera, en la fase monopólica del capitalismo. Por ello, el capital monopólico industrial penetró solamente en la explotación de materias primas, convirtiendo a las regiones productoras en enclaves industriales de los países desarrollados. Tampoco se liberó la fuerza de trabajo de los medios de producción, y su evolución es un proceso de diferenciación social

permanente que no concluye y se recrea bajo diversas formas; una de ellas es la que viene aparejada con la orientación de la producción de la quinua al mercado internacional.

Por otra parte, la concepción de economía plural que tiene la política económica no comprende las dimensiones de este problema y se limita a apoyar las actividades de los pequeños productores, sin afectar su convivencia con la producción capitalista, y creyendo que con la participación parcial del Estado en las actividades extractivas es suficiente para superar el patrón primario. Esto, en última instancia, significa el predominio del capital monopólico con el apoyo y mediación de la pequeña producción y la débil participación del Estado.

## ABREVIACIONES Y SIGLAS

Boro	B
Carbonato de litio	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
CEDLA	Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario
CIRESU	Complejo Industrial de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni
Cloruro de potasio	KCl
COMIBOL	Corporación Minera de Bolivia
FRUTCAS	Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sur
GNRE	Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos
Ha.	Hectárea
Litio	Li
m.s.n.m.	metros sobre el nivel del mar
Magnesio	Mg
MMM	Ministerio de Minería y Metalurgia
Oxígeno	O
p.p.m.	partes por millón
PDM	Plan de Desarrollo Municipal
PIL	Proyecto de Industrialización del Litio
Potasio	K
qq.	Quintales
Sodio	Na
T.M.	Tonelada Métrica
TCO	Tierras Comunitarias de Origen
TIOC	Tierras Indígenas Originarias Campesinas
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de litio
KCl	Cloruro de potasio
PEA	Población Económicamente Activa



## BIBLIOGRAFÍA

### **Agencia Operadora de Turismo Bolivia-Perú SRL**

2013 “Paquetes turísticos en el salar de Uyuni”. [www.turismoboliviaperu.com](http://www.turismoboliviaperu.com). 6 de junio.

### **ANAPQUI**

2013 “Precios de la quinua real orgánica”. [Infoquinua.bo](http://Infoquinua.bo). 6 de junio.

### **Andersen, Lykke y Valdez, Laura**

2009 *Turismo en el salar de Uyuni: restricciones y potencialidades*. La Paz: Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo.

### **APEMIN**

2007 *Plan de Desarrollo Municipal de Uyuni*. Potosí: APEMIN.

### **Augstburger, Horacio**

2013 “Escenarios futuros para la explotación de recursos evaporíticos en Bolivia”. Cochabamba: CEDIB. *Petropress* N° 29, 31 de enero.

### **Ballivián, O. y Risacher, F.**

1981 *Les bassins à évaporites de l'Altiplano Bolivien (les salars)*. París: ORSTOM.

### **Calla Ortega, Ricardo**

2013 *Marco conceptual y metodológico para abordar la evaluación del probable impacto económico, social y cultural del PIL en las comunidades de la zona* (Inédito). Consultoría. La Paz: CEDLA.

### **CEDLA**

2008 *Formas de producción y clases sociales en el sector minero: El caso de la minería estatal* (inédito). La Paz: CEDLA.

### **CEDLA**

2013 “Hacia la industrialización del litio y potasio en el salar de Uyuni”. *Cuadernos de Coyuntura* N° 7. La Paz: CEDLA.

### **CEDLA**

2013 *Compendio de espaciomaapas de TCO y TIOC en tierras altas*. La Paz: CEDLA.

### **CIRESU**

2011 *Primera audiencia pública de rendición de cuentas*. Potosí: [www.ciresu.org.bo](http://www.ciresu.org.bo). 6 de junio.

**CIRESU**

2012 *I Audiencia pública*. Uyuni-Potosí: www.ciresu.org.bo. Abril.

**Condori Quispe, Jorge Hernán**

2013 “La raíz del negocio ilegal de chutos se encuentra en Chile”. Reportaje. La Paz: *La Razón*, 6 de mayo.

**Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos**

s/f. “Proyecto de industrialización de la salmuera del salar de Uyuni” (presentación en Power Point). COMIBOL. www.evaporiticobolivia.org.

**El Diario**

2007 “La reserva fiscal está en manos privadas”. La Paz: *El Diario*, 19 de enero.

**Espinoza Morales, Jorge**

2010 *Minería boliviana, su realidad*. La Paz: Plural.

**FAUTAPO**

2012 *Atlas productivo de la quinua real*. La Paz: Fundación FAUTAPO.

**FNDR**

1997 *Plan de Desarrollo Municipal de Salinas de Garci Mendoza*. Oruro: FNDR.

**Gaceta Oficial de Bolivia**

2007 *Ley 3787 de Regalías Mineras*. La Paz: Gaceta Oficial de Bolivia.

**Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos**

2009 y 2010 Boletines. 35 números. La Paz: GNRE.

**Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos**

2011 *Memoria 2010*. La Paz: GNRE COMIBOL.

**Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos**

2013 *Memoria 2012*. La Paz: GNRE COMIBOL.

**Giacoman A., Diego**

s/f. *Reconfiguración y circuitos del narcotráfico en Bolivia*. La Paz: Mimeo.

**Gysler, Manuel**

2011 *La lucha por el territorio en Nor Lípez*. La Paz: Plural.

**Hoy Bolivia.com**

2008 “Litio de Uyuni será el combustible del futuro”. 11 de marzo.

**Instituto Boliviano de Comercio Exterior**

2013 “Importaciones según vía de ingreso”. Boletín electrónico semanal N° 10. IBCE: Bolivia.

**Instituto Nacional de Estadística (INE)**

2011 *Anuario Estadístico 2010*. La Paz: INE.

**Iño, Daza**

2013 *Aproximaciones históricas en la región del Sudoeste de Potosí Lípez en el período colonial: Recursos mineros, mano de obra y relaciones políticas y comerciales en la*

región. Proyecto de investigación maestría CIDES-UMSA ¿Puede el litio energizar el desarrollo sustentable? La Paz.

**Lora, Guillermo**

1980 *Historia del movimiento obrero boliviano*. La Paz: Editorial Los Amigos del Libro.

**Marx, Carlos**

1974 *El Capital*: Tomo III. México: Fondo de Cultura Económica.

**Medicus Mundi**

2006 *Plan de Desarrollo Municipal de Colcha K*. Potosí: Medicus Mundi.

**Medicus Mundi**

s/f. *Plan de Desarrollo Municipal de Llica*. Potosí: Medicus Mundi.

**Medicus Mundi**

s/f. *Plan de Desarrollo Municipal de Tabua*. Potosí: Medicus Mundi.

**Ministerio de Minería y Metalurgia**

2007 *Compendio de normas legales del sector minero*. La Paz: Unidad de Política Sectorial.

**Ministerio de Minería y Metalurgia**

2013 *Anuario estadístico 2012*. La Paz: Viceministerio de Política Minera.

**Montenegro Bravo, Juan Carlos**

2012 “Litio” (presentación Power Point). La Paz: Universidad Católica Boliviana.

**Ormachea, Enrique y Ramírez, Nilton**

2013 *Propiedad colectiva de la tierra y producción agrícola capitalista: el caso de la quinua en el altiplano sur de Bolivia* (inédito). La Paz: CEDLA.

**Petropress**

2009 “El litio en Bolivia”. Petropress, 13 de enero.

**Plataforma Energética**

2013 “Hacia la industrialización del litio y potasio en el salar de Uyuni”. Cuadernos de Coyuntura 7. La Paz: CEDLA.

**Programa de Industrias Extractivas**

2013 *Términos de referencia. Estudios iniciales en minería*. La Paz: CEDLA.

**Rojas, Carlos**

s/f. El salar. [www.cosv.org/public/.../1.EL%20SALAR%20DE%20UYUNI.pdf](http://www.cosv.org/public/.../1.EL%20SALAR%20DE%20UYUNI.pdf).

**Schultz, Carsten y Zúñiga, Liza**

2009 ¿Crimen organizado en Chile? Santiago de Chile: Global Consortium on Security Transformation.

**SERGEOTECMIN**

2012 *Concesiones mineras de Bolivia*. La Paz: SERGEOTECMIN.

**Signum Box**

2012 *Lithium: Outlook and perspectives*. Santiago de Chile: Signum Box.

**Tahbub, Marban**

2009 “Nuestro litio, nuestro gobierno y las transnacionales que no son nuestras”. Petropress.  
16 de agosto.

**Tórriz, Guillermo**

s/f. “El gran potencial del Salar de Uyuni y el ajedrez geoestratégico de Brasil”. Plataforma  
Energética. La Paz: CEDLA.

**Wikipedia, la Enciclopedia Libre**

s/f. “El litio y otros artículos relacionados”. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).





Con el objetivo de contribuir a la generación de un nuevo régimen de gestión de las industrias extractivas y energía por medio del debate de las organizaciones comunitarias, la opinión pública y otras instituciones de desarrollo en Bolivia, el Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario, en el marco de las investigaciones de la Plataforma Energética, presenta el resultado de tres estudios sobre los probables impactos del Proyecto de Industrialización del Litio en el Salar de Uyuni, realizados por Juan Carlos Montenegro, Ricardo Calla, Yara Montenegro y Pablo Poveda, profesionales reconocidos en nuestro medio y que realizaron una aproximación al proyecto desde diversos enfoques.

Los estudios, coordinados por el responsable técnico de la Plataforma Energética, Juan Carlos Guzmán, realizaron una aproximación a los posibles efectos e impactos económicos, políticos, sociales, culturales y medioambientales del desarrollo del Proyecto Minero del Litio para la región y, en particular, sobre la población de las comunidades locales. Los análisis e información que sustentan los tres documentos permitirán al lector configurar una idea completa sobre el estado, contenidos y potencialidades del proyecto, en el marco de la propuesta de industrialización del gobierno del MAS.

Con el apoyo de

