

LA ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN DEL LITIO Y OTROS RECURSOS EVAPORÍTICOS DE BOLIVIA

Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo

Docente Investigador – IIMETMAT

Miembro del CCII-REB

juancarlos.montenegro@evaporiticobolivia.org

1. NECESIDAD DEL CAMBIO DE MATRIZ ENERGÉTICA EN EL MUNDO

El litio es un producto químico-industrial que rápidamente viene cobrando importancia estratégica para el futuro energético del planeta y con mayor fuerza estará vinculado al crecimiento económico e industrial sostenible de la economía mundial en los próximos años.

Su protagonismo se desenvuelve en el marco de la necesidad de la adopción de energías alternativas ante la descontrolada emisión y acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera, provocada principalmente por los combustibles fósiles de los países industrializados, que incide y vislumbra un cambio climático catastrófico que va generando una creciente alarma mundial por las consecuencias que ya soporta nuestro planeta. El calentamiento global ya experimentado ha puesto a la Tierra al límite de los 2°C. De acuerdo a especialistas del tema, cruzado este umbral, los impactos económicos, sociales, políticos, culturales y ambientales serían catastróficamente indescribibles.

El combustible más usado y más barato para la generación de la energía eléctrica en el mundo siguen siendo los combustibles fósiles, a pesar del Protocolo de Kyoto y de la fracasada Cumbre de Copenhague de diciembre del 2009. El 95% del transporte en el mundo es todavía dependiente de los combustibles fósiles y es el responsable en un casi 40% de las emisiones totales de CO₂(1). Por otro lado, el agotamiento del petróleo crudo como principal fuente energética impulsa la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de energía.

Algunas estimaciones incluso proyectan que, siendo las actuales reservas mundiales probadas de petróleo y líquidos del gas natural de 1,2 billones de barriles, ésta sería consumida tan sólo en los próximos 30 años(2). Por todo ello se hace cada vez más imperiosa la necesidad del cambio de la matriz energética en la industria automotor. Una de las alternativas de mayores avances y perspectivas y que va cobrando fuerza para sustituir el uso de combustibles fósiles, es el empleo de baterías eléctricas de alto rendimiento a base de litio, en reemplazo de los motores a combustión en el

transporte automotor. Algunos países proyectan introducir algo más de un millón de vehículos híbridos y eléctricos hasta el 2015, lo que también representa en la actualidad una oportuna válvula de escape a la crisis financiera que todavía atraviesa la industria automotriz.

Sin embargo, también existen opiniones más conservadoras(3) que, basadas en el concepto de que saltar a tecnologías nuevas es un gran riesgo, dicen que en los próximos 10 a 20 años, el motor de combustión interna impulsado por gasolina seguirá dominando el mundo de la industria automovilística, pues se prevé que en el 2020 los vehículos con motores híbridos y eléctricos captarán sólo el 14% del mercado mundial de automóviles.

Es en este contexto de emergencia global que se viene investigando y desarrollando varias alternativas energéticas renovables a ser utilizadas a gran escala y con cero emisiones de CO₂ como son, por ejemplo, la energía eólica, la energía solar fotovoltaica, colectores de energía solar térmica, nuevos materiales y nuevos sistemas de generación y acumulación de energía, microbaterías de alta duración, baterías eléctricas de alto rendimiento y otros.

2. EL LITIO: ESTRATÉGICO PARA BOLIVIA Y EL MUNDO

El litio se comercializa principalmente bajo la forma de carbonato de litio y tiene en la actualidad un precio que fluctúa entre 5 a 7 dólares por kilogramo. Sus aplicaciones en la industria farmacéutica y en la industria de materiales es muy variada y en los últimos años ha tenido una evolución que le brindan un carácter muy particular convirtiéndose en el símbolo estratégico de alternativas energéticas a los combustibles fósiles en dos grandes campos.

Por un lado, en la fabricación de baterías eléctricas. La batería a base de litio es la más liviana y de mayor potencia específica desarrollada hasta la fecha. En vista del agotamiento de las reservas mundiales de petróleo y la necesidad global de reducir las emisiones de dióxido de carbono, se prevé que en los próximos años los vehículos HV (híbridos), PHV (híbridos plug-in) y EV (eléctricos) desplazarán al

automóvil a base de combustión fósil, para lo que se requerirá ingentes cantidades de litio destinado a la construcción masiva de baterías recargables. En la actualidad su empleo es masivo sólo en la fabricación de pequeñas baterías para sin número de artefactos electrónicos como celulares, relojes, computadoras, etc.

Por otro lado, el litio adquiere también importancia en la fusión nuclear, actualmente en pleno desarrollo tecnológico. La fusión nuclear es otra alternativa para producir energía eléctrica con alto grado de seguridad y bajo impacto ambiental, proceso en el cual el litio actúa como catalizador del mismo. Es en

este nuevo rubro energético que también se espera un crecimiento de la demanda de litio. Algunas proyecciones indican que esta tecnología tendrá aplicación masiva para después del año 2020(4).

En los últimos 25 años, la evolución de las aplicaciones del litio ha tenido significativos cambios, desde su principal empleo en la industria del aluminio (para la obtención de aleaciones ligeras), en la industria de cerámicas y vidrio, hasta su actual tendencia y firme posicionamiento de la mayor demanda para la fabricación de baterías, como puede observarse en el cuadro siguiente, lo que a su vez impulsa una mayor producción mundial.

EVOLUCIÓN DE LAS APLICACIONES EN EL MERCADO MUNDIAL DEL LITIO								
APLICACIONES	1985	2005	2008	2009	2010e	2011e	2012e	2013e
	%	%	%	%	%	%	%	%
Baterías	0.5	20	25	25.7	31	31.6	34.2	36
Cerámica y vidrio	29.1	21	17	18	18.5	19	18.7	18.75
Industria del aluminio	38.5	4	2	1.9	1.6	1.5	1.4	1.3
Grasas y Lubricantes	16.1	16	10	10.3	9.5	9.5	9.3	8.74
Polímeros y farmacéutica	0.9	4	11	10.2	8.8	8.5	7.9	7.5
Productos y sustancias químicas	6.7	-	6.5	6.7	6	5.9	5.6	5.3
Sistemas de aire acondicionado	2.1	8	6	5.7	5.2	5.2	5	5.2
Otros	6.1	23	22	21	19	18.7	17.8	17.5

e estimado

Fuente: Elaboración propia con datos de Industrial Minerals and Metal Bulletin Research – Executive summary.

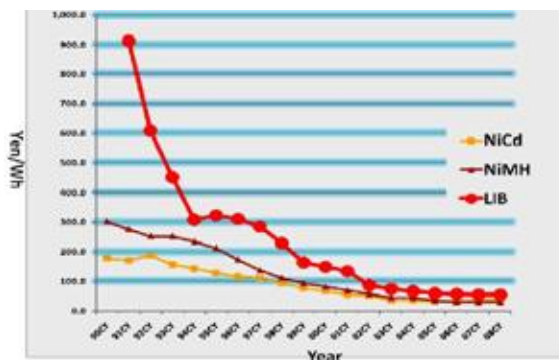
Pese a todos estos indicadores positivos, aún existen algunos problemas y limitaciones que están en proceso de superación. Uno de los más serios obstáculos para la comercialización masiva de baterías de litio recargables y que de algún modo fue superado, ha constituido la alta reactividad del litio metálico, que podría generar problemas de funcionamiento y seguridad.

Este problema fue resuelto con la introducción de la tecnología del "ion-litio" y el desarrollo de electrolitos poliméricos menos reactivos. En este tipo de baterías de ion-litio, el ánodo no está formado por litio metálico sino por otro material, capaz de intercalar (o almacenar) iones de litio en una forma menos reactiva que la del litio metálico y sin detrimento de su densidad energética.

Otro desafío a superar es todavía el fabricar baterías más baratas, más ligeras, de mayor densidad energética, de mayor potencia específica (kW/kg), de mayor kilometraje sin recarga y con una vida útil similar a la del automóvil. En la actualidad la batería de ión litio incrementa entre 8 a 10 mil dólares al costo total de un automóvil eléctrico, lo que constituye una de sus principales limitaciones.

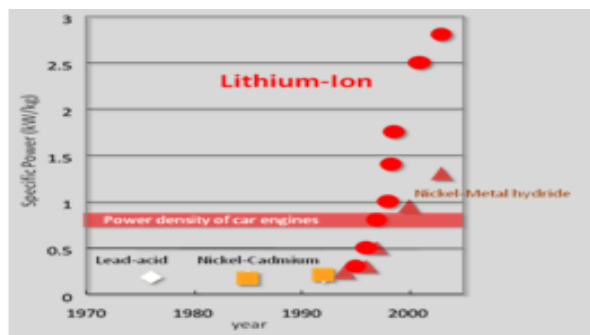
Sin embargo, el desarrollo tecnológico de las baterías avanza incesantemente y, como se muestra a continuación, la búsqueda por abaratar los costos va teniendo buenos resultados.

La mejora en el incremento de la potencia específica (kW/kg), también ha tenido importantes avances, desde 0,5 hasta más de 3 kW/kg. Por todo ello, el litio es un elemento altamente estratégico para el futuro energético del planeta y doblemente estratégico para Bolivia, pues el mayor reservorio del mundo de este recurso se encuentra en el salar de Uyuni.



Fuente: Technology Research Insitutte, Japón. 2009

En esta perspectiva, se puede afirmar sin lugar a dudas que quien controle y explote el salar de Uyuni, controlará el mercado mundial del litio. Es por ello que varias transnacionales gestionan y presionan por todos los medios ante el gobierno boliviano, instituciones, medios de comunicación y “analistas” de toda índole, para poder tener presencia y control sobre el litio boliviano.



Fuente: EV Energy Development Department, Electronics and Power Electronics Engineering Division, Nissan Motor Co.,Ltd. 2009

3. EL SALAR DE UYUNI: LA RESERVA DE LITIO MÁS GRANDE DEL MUNDO

Han sido varios los estudios de exploración parcial realizados en el salar de Uyuni y son también varias las estimaciones sobre las reservas de sus recursos

evaporíticos. Sin embargo, todas ellas coinciden en que contiene las mayores reservas de litio en el mundo.

Las primeras estimaciones de estas reservas fueron realizadas en 1988 por la ORSTOM, hoy IRD (L'Institut de Recherche pour le Développement) de Francia, las que fueron establecidas en 9 millones de TM de litio. En 1990 la USGS (United States Geological Survey), establece una reserva estimada en 5,5 millones de TM de Li, correspondiente a la primera capa de sal, que representa en promedio en todo el salar una profundidad de 43,7 m.

Año tras año la USGS vino publicando esta cantidad de reservas, sin embargo en su publicación de enero 2010, reporta la cifra de 9 millones de toneladas de litio en Bolivia y 7,5 millones de toneladas en Chile.

Estudios recientes que viene desarrollando en la actualidad la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia (DNREB) de la COMIBOL, estiman que las reservas del Salar de Uyuni superan las 100 millones de TM de litio, lo que sumado a las reservas mundiales, equivale a decir que más del 90% del litio del mundo se encontraría en el salar de Uyuni.

Reservas Mundiales de Litio (TM)

RESERVAS BASE Li (TM)						
PAÍS	USGS		ORSTOM		DNERB	
Estados Unidos	410.000	3.7%				
Australia	220.000	2.0%				
Bolivia	5.400.000	49.1%	9.000.000	66.2%	100.000.000	94.5%
Brasil	910.000	8.3%				
Canadá	360.000	3.3%				
Chile	3.000.000	27.3%				
China	1.100.000	10.0%				
Zimbabue	27.000	0.2%				
Total Mundial	11.000.000		13.600.000		105.600.000	

Fuente: Elaboración propia con datos de la US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2009 y DNREB, COMIBOL

Es entonces por demás evidente que con su aporte, el salar de Uyuni jugará un rol protagónico de primerísima importancia en la transformación de la matriz energética global, por lo que representa para el estado boliviano un recurso altamente estratégico y, naturalmente, muy codiciado por las transnacionales.

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 claras y transparentes, sin monopolios ni especulación. Pero además no sólo es el litio que representa una oportunidad económica excepcional para Bolivia, son también los otros elementos presentes en las salmueras de los salares bolivianos (Uyuni, Coipasa, Empexa y otros), como son el potasio, el boro y el magnesio, que tienen precios expectables y una demanda en volúmenes mucho mayores.

Ello plantea la necesidad de su explotación e industrialización integral, bajo la definición y orientación de una estrategia nacional de industrialización de los recursos evaporíticos, que contemple un programa de desarrollo e implementación de plantas industriales para la producción de carbonato de litio, cloruro de potasio, sulfato de potasio, ácido bórico y magnesio en una primera e inicial fase de industrialización. Proceso que deberá ser acompañado de manera paralela con el desarrollo de la química básica nacional, para continuar con pasos posteriores de industrialización para la producción de hidróxido de litio, litio metálico, butilitio, magnesio metálico, aleaciones ligeras y baterías.

Reservas estimada de los principales elementos químicos del Salar de Uyuni		
ELEMENTO	RESERVAS (MILLONES DE TM)	
	ORSTOM	DNREB
Litio	9	100
Potasio (K ₂ O)	200	2.000
Boro	3,2 a 6	65
Magnesio	180	2.000

Fuente: ORSTOM y DNREB de COMIBOL

4. EL MERCADO MUNDIAL DEL LITIO

En los últimos cinco años la demanda de litio en el mercado mundial ha tenido en promedio un crecimiento anual de aproximadamente 9%(5). Con excepción del año 2009 (crisis económica mundial), la tendencia de la demanda ha sido ascendente y continúa creciendo.

De acuerdo a proyecciones del mercado del litio de la TRU Group Inc Industry Consultants(6), para el año 2020 la demanda sería de aproximadamente 55.000 tpa de litio equivalente, lo que representa unas 290.000 tpa de carbonato de litio. Es decir, en los próximos 10 años esta demanda habrá crecido en más del 120%. De acuerdo a esta proyección, para el año 2014, año en que se tiene previsto el ingreso de Bolivia al mercado mundial como productor de carbonato de litio, la demanda sería de aproximadamente 170.000 tpa.

En el periodo más crítico de la reciente crisis económica mundial (2008-2009), los precios de la mayoría de los minerales tuvieron una baja considerable y el precio del litio en alguna medida también siguió esa tendencia. A inicios del 2009 la tonelada de carbonato de litio estuvo a \$US 6.600 y tuvo una caída hasta \$US 5.500 que lentamente se recupera en la actualidad. Es importante destacar

que el precio internacional del litio no ha mostrado la inestabilidad de otros commodities, como por ejemplo del petróleo, debido principalmente al crecimiento de su demanda.



Fuente: TRU Group Inc Industry Consultants

En la actualidad (2010) se puede decir que existe casi un equilibrio entre la oferta y la demanda en el mercado mundial del litio. Sin embargo, de acuerdo a proyecciones de la Industrial Minerals and Metal Bulletin Research, por lo menos hasta el año 2013, como se muestra a continuación la oferta será algo mayor, lo que consecuentemente incidiría en la disminución o estabilización de su precio.

En los cuadros siguientes se observa la demanda y oferta prevista hasta el año 2013 y se prevé cierta sobreoferta. Ello es concordante al hecho de que en Argentina, Bolivia, Chile, China y EE.UU se viene ejecutando varios proyectos ya sea para iniciar o incrementar la producción de carbonato de litio, fenómeno que se explica por el expectante crecimiento futuro de la demanda.

Es el caso por ejemplo de Bolivia, que inicialmente mediante una Planta Piloto empezará a producir aproximadamente 500 tpa de Li₂Co₃ y se tiene previsto ingresar al mercado mundial el 2014, con una producción industrial de 30.000 a 40.000 tpa de carbonato de litio a partir de la salmuera del salar de Uyuni.

Por su parte, China tiene previsto ampliar su capacidad de producción de carbonato de litio a partir de salmueras a más de 50.000 tpa en los próximos tres años. Del mismo modo Argentina (FMC) pretende contar con una capacidad de producción de 17.500 tpa y en Chile, la SQM y Chemetal en el salar de Atacama buscan incrementar su producción actual de 69.000 tpa a aproximadamente 87.000 tpa de carbonato de litio para el 2014.

DEMANDA PREVISTA DE CARBONATO DE LITIO (TM)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vidrio y Cerámica	15.691	18.120	21.376	22.881	24.377	25.833
Polímeros y Farmacéutica	10.105	10.227	10.171	10.210	10.251	10.292
Fabricación de productos químicos	4.250	4.335	4.422	4.510	4.600	4.692
Sustancias y preparados químicos	2.363	2.433	2.506	2.582	2.659	2.673
Lubricantes	9.900	10.395	10.915	11.460	12.034	12.045
Baterías	24.027	25.864	35.954	38.131	44.508	49.218
Tratamiento de aire	5.500	5.775	6.006	6.246	6.496	7.204
Aluminio	2.000	1.950	1.901	1.854	1.807	1.723
Otros	21.000	21.525	22.063	22.615	23.180	24.080
Total	94.836	100.624	115.314	120.489	129.913	137.760

Fuente: Industrial Minerals and Metal Bulletin Research - Executive summary – DNRE, COMIBOL

OFERTA PREVISTA DE CARBONATO DE LITIO EN TM (A PARTIR DE SALMUERA)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Argentina	9.139	9.505	9.885	10.280	10.692	11.119
Bolivia	-	-	-	15.000	18.000	22.000
China	5.140	11.940	17.890	22.140	26.390	39.140
Chile	63.393	66.562	69.225	73.056	77.039	81.334
USA	4.370	3.838	3.915	4.032	4.193	4.361
Total	82.042	91.845	100.915	124.519	136.374	157.955

Fuente: Industrial Minerals and Metal Bulletin Research - Executive summary

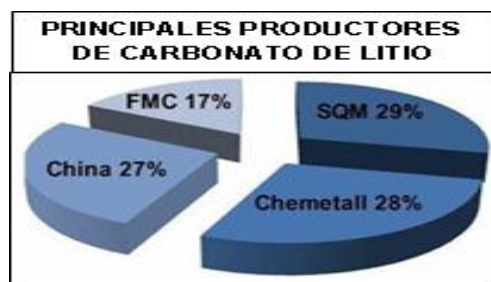
Ello significa que para el 2014 se tendría una producción mundial de aproximadamente 180.000 tpa, frente a una demanda mundial de 170.000 tpa, según las proyecciones mencionadas. Otras proyecciones indican que por lo menos hasta el 2020 la demanda mundial crecerá más rápidamente que la oferta, presentándose un déficit de esta última.

La actual oferta mundial de carbonato de litio está concentrada y controlada por una cantidad muy reducida de sus principales productores: SQM (Chile), Chemetal (Chile), China y la FMC (Argentina).

Se podría decir que en la actualidad se tiene un escenario de mercado oligopólico que debe ser tomado muy en cuenta por los nuevos actores que pretenden incorporarse al mercado mundial del litio, como es el caso de Bolivia. Ello obliga a tener los menores costos de producción posibles para enfrentarse a probables casos de dumping y poder posicionarse en el mercado.

Con relación al litio proveniente de mineral de roca (espodumeno, petalita, ambligonita o lepidolita), éste representa un 25% de la oferta mundial pero tienen la

enorme desventaja de que sus costos de producción son cada vez menos competitivos al ser doblemente mayores con relación al proveniente de salmueras.



5. EL MERCADO MUNDIAL DEL POTASIO

La demanda mundial de potasio es descomunal frente a la demanda del litio. El año 2008 la producción mundial de potasio llegó a 35 millones de TM, y aunque su precio es menor que del litio, es también una oportunidad económica excepcional para los planes de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia. Incluso podría generar mayores ingresos que los provenientes por el litio, debido a la posibilidad de explotarlo en grandes volúmenes. Una producción anual de un millón de

toneladas de KCl, podría generar un ingreso bruto por ventas de aproximadamente 600 millones de dólares/año, frente a los 150 a 200 millones de dólares que generará la producción de 30.000 tpa de carbonato de litio. Es por ello que el potasio es también altamente estratégico para el desarrollo industrial y económico de Bolivia, pues el salar de Uyuni, junto al salar de Coipasa, constituyen la segunda mayor reserva mundial de este recurso.

Casi un 95% del potasio producido en el mundo es utilizado por la industria de fertilizantes destinados a la agricultura, ya sea directamente como potasio o mezclado con otros nutrientes esenciales, como el nitrógeno y el fósforo. El precio del potasio se encuentra entre los 600 a 700 dólares la TM y se

mantiene relativamente estable. El potasio se explota y comercializa como:

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

Picromerita o sulfato de potasio y magnesio (K₂SO₄·MgSO₄), denominado SOPM

Sulfato de potasio (K₂SO₄) o SOP

Nitrato de potasio (KNO₃) o salitre

De todos estos productos, el cloruro de potasio es el principal fertilizante y contiene un promedio de 61% de K₂O equivalente. Un panorama de los países productores del mercado de potasio de los últimos años puede observarse en los siguientes cuadros publicados por la USGS.

MARKETABLE POTASH WORLD PRODUCTION, BY COUNTRY

Thousand metric tons of K₂O equivalent

Country	2004	2005	2006	2007	2008
Belarus	4.600	4.844	4.605	4.972	4.968
Brazil	403	405	403	471	471
Canada	10.100	10.140	8.518	11.085	10.455
Chile	559	547	496	515	559
China	770	1.500	1.800	2.600	2.750
Germany	3.627	3.664	3.625	3.637	3.280
Israel	2.138	2.224	2.187	2.182	2.300
Jordan	1.180	1.115	1.036	1.096	1.223
Russia	6.405	7.131	6.610	7.275	6.730
Spain	590	575	435	435	435
Ukraine	10	13	8	12	11
United Kingdom	547	439	420	427	427
United States	1.200	1.200	1.100	1.100	1.100
Total	32.200	33.800	31.200	35.800	34.800

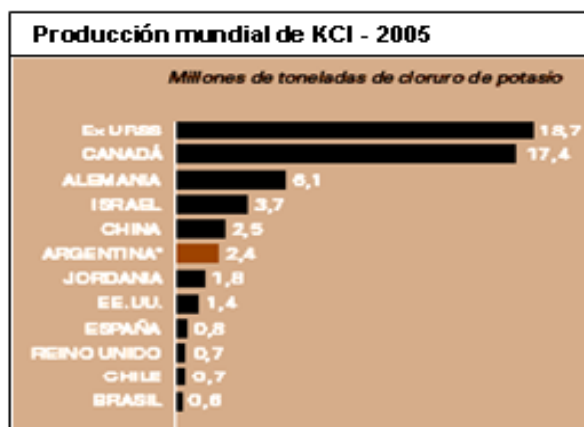
Fuente: USGS, 2008

	Mine Production		Reserves
	2008	2009	
United States	1.100	840	90.000
Belarus	4.970	3.850	750.000
Brazil	471	500	300.000
Canada	10.500	6.500	4.400.000
Chile	559	600	10.000
China	2.750	2.750	200.000
Germany	3.280	2.300	710.000
Israel	2.300	2.000	40.000
Jordan	1.220	1.100	40.000
Russia	6.730	3.600	1.800.000
Spain	435	400	20.000
Ukraine	11	10	25.000
United Kingdom	427	400	22.000
Other countries	-	-	50.000
World total (rounded)	35.000	25.000	8.500.000

Fuente: USGS, 2010

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 t de K₂O equivalente y en el 2007 la producción mundial alcanzó a casi 36 millones de toneladas de K₂O equivalente. Como efecto de la reciente crisis mundial capitalista, el año 2009 bajó a 25 millones de toneladas, sin embargo la tendencia general de la demanda es ascendente.

En cuanto a las reservas mundiales de potasio cabe destacar que el salar de Uyuni posee alrededor de 2.000 millones de TM, ubicándose como la segunda reserva del mundo después de Canadá y algo por encima de Rusia, los dos más grandes productores mundiales de potasio.



Fuente: Rio Tinto, Proyecto Rio Colorado

Son siete las principales empresas que producen el 95 % del mercado mundial del potasio y controlan la producción y el precio. Estas son la Agrium de Canadá (con el 33% de la producción mundial); la International Potash Company, IPC y Uralkali de Rusia (16%); la JSK Silvinit de Bielorrusia (14 %); la Kali Und Salz de Alemania (13 %), la ICL de Israel y

otros países (11 %); la Arab Potash Company, APC de Jordania (4 %) y la Mosaic y otras de EEUU (3%).

En Latinoamérica Brasil se destaca como el gran consumidor de fertilizantes potásicos. Es el tercer mercado mundial de consumo de potasio después de China y EEUU. En la actualidad (2010), Brasil tiene una demanda anual de potasio de aproximadamente 6 millones de TM y su producción interna satisface alrededor de sólo el 10 % de sus necesidades. Este es un mercado cercano y estratégico para los planes de producir potasio en Bolivia en volúmenes significativos. Chile, es un importante productor latinoamericano de potasio, sin embargo apenas representa un 2% de la producción mundial y no satisface en lo más mínimo a la demanda brasileña. Los principales productores mundiales son Canadá, Rusia y Bielorrusia, que generan más del 65% de la producción mundial.

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

6. NECESIDAD DE FORTALECER LA ESTRATEGIA NACIONAL DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL LITIO, POTASIO Y OTROS RECURSOS EVAPORÍTICOS

Frente a la constatación de que Bolivia cuenta con la mayor reserva de litio en el mundo y la oportunidad económica que ello representa para el país, naturalmente exige la necesidad de contar con una estrategia clara de industrialización. Articulistas de prensa han cuestionado y puesto en duda la existencia de una estrategia nacional y gubernamental al respecto, reflejando una mezcla de desconocimiento pleno sobre el tema, desinformación y una airada reacción de "opinadores" y especialistas representantes de intereses y corrientes proclives a la privatización y licitación del salar de Uyuni.

Acertadamente el año 2008, el Gobierno boliviano adoptó la decisión de iniciar el proceso de industrialización del litio del salar de Uyuni y otros recursos evaporíticos, como parte de los proyectos estratégicos de un Estado que pretende asumir un nuevo rol productivo y planificador de la economía.

Es la primera vez que este desafío es encarado mediante un proyecto(7) de industrialización integral, completo, estratégico y 100 % nacional, que busca

generar las condiciones para el ingreso de Bolivia al mercado mundial del litio, del potasio y de otros productos industriales en condiciones competitivas y en el menor tiempo posible.

Los productos identificados como de valor comercial importante y que deben ser parte de un proceso integral de industrialización son el Li_2CO_3 , LiCl , Li metálico, KCl , K_2SO_4 , $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$, H_3BO_3 , MgCl_2 , MgO y Mg metálico. Puede afirmarse categóricamente que el Gobierno boliviano efectivamente cuenta con una estrategia específica al respecto, que se la describe a continuación.

La estrategia nacional para la industrialización de los recursos evaporíticos del Gobierno boliviano, delineada por el Ministerio de Minería y Metalurgia y la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia (DNREB) de COMIBOL, parte del análisis de las consideraciones ya mencionadas y está concebida de la siguiente manera:

- ❖ Una primera fase de industrialización destinada a la producción de carbonato de litio, potasio y otros derivados, que por su carácter estratégico no está abierta a la participación de las transnacionales y deberá ser controlada, administrada y operada 100% por el Estado. A esta fase responden la implementación de la Planta Piloto y posterior Planta Industrial de litio, potasio y boro en el salar de Uyuni, así como la implementación de la Estación Experimental y Planta Industrial de Potasio del salar de Coipasa.
- ❖ Una segunda o fases posteriores de industrialización, constituyen la fabricación de baterías de litio, litio metálico, butilitio, hidróxido de litio y otras aplicaciones industriales. Esta fase estaría abierta a la posibilidad de establecer sociedad con empresas privadas interesadas, preservando la participación estatal mayoritaria.

Los ejes del plan diseñado para la materialización de esta estrategia de industrialización integral de los recursos evaporíticos son, en primer lugar, la investigación para el desarrollo de la tecnología más adecuada para el procesamiento de las salmueras de los salares de Uyuni y Coipasa principalmente; la implementación paulatina de un complejo industrial de química básica en torno a los recursos evaporíticos; la dotación de la infraestructura necesaria para la provisión de energía, agua y transporte; la consolidación de una estrategia financiera que garantice el presupuesto requerido por el programa de industrialización y la creación de una empresa nacional estratégica, autárquica, que estará a cargo de su ejecución.

6.1. DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA MÁS ADECUADA

Se debe recalcar que ningún país ni empresa por más poderosa o especializada que sea, tienen una tecnología lista para ser aplicada inmediatamente a la salmuera del salar de Uyuni ni de Coipasa, pues cada salmuera tiene distintas características físico químicas y requiere de procesos específicos para su tratamiento también distintos. Es necesario, para quien sea, desarrollar la tecnología más adecuada.

Esta es una de las primeras condiciones para encarar el procesamiento industrial de la salmuera de los salares de Uyuni, Coipasa y otros, con la finalidad de poder producir industrial y competitivamente carbonato de litio, cloruro de potasio, sulfato de potasio, ácido bórico y otros. Este aspecto es crucial y se viene encarando desde fines del año 2008 mediante un intenso trabajo de investigación de profesionales nacionales de la DNREB y que cuenta con el apoyo del Comité Científico de Investigación para la Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia (CCII-REB), creado para el efecto. Desde los inicios de esta actividad, el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas y de Materiales (IIMETMAT) de la UMSA continúa prestando una significativa y desinteresada contribución, que abarca desde el apoyo logístico con parte de sus instalaciones, apoyo de laboratorios, pasantías y trabajo conjunto de investigación. Del mismo modo, investigadores de la Carrera de Metalurgia de la UTO, brindan un aporte fundamental y activo en esta fase investigativa. A la fecha se han alcanzado importantes resultados, entre los que se destacan los siguientes:

- ❖ Consolidación de un especializado grupo de investigadores (científicos, ingenieros y técnicos) de la DNREB y el CCII-REB.
- ❖ Consolidación de un completo y moderno laboratorio especializado en sales y salmueras.
- ❖ Investigación avanzada de varios procesos posibles de ser aplicados (clásico, intercambio iónico, precipitación de sulfatos, electro diálisis, extracción con solventes y otros).
- ❖ Desarrollo exitoso de un proceso tecnológico innovador que ya ha permitido obtener carbonato de litio y KCl con buenos rendimientos y listo para ser puesto a prueba en la Planta Piloto.
- ❖ Registro de varias patentes a nombre del Estado boliviano.
- ❖ Desarrollo de un extenso plan de perforaciones y bombeo.

Cualquier proceso industrial a implementar deberá emplear metodologías y tecnología compatible con la preservación del medio ambiente.

6.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LAS SALMUERAS DEL SALAR DE UYUNI Y DEL SALAR DE COIPASA

El ingreso a la fase de producción industrial de carbonato de litio en el salar de Uyuni, requiere necesariamente de una fase previa de prueba, investigación y ajuste a escala piloto. Por ello fue concebida, como parte fundamental del plan operacional, la Planta Piloto en Río Grande cuyas obras civiles están en fase de conclusión.

La **Planta Piloto del salar de Uyuni** ha sido concebida para:

- ❖ Estudiar, experimentar, controlar y optimizar todas las variables del o los procesos puestos a prueba para la obtención de derivados de litio, potasio, boro y magnesio a costos competitivos, en condiciones reales de operación y que puedan inferir en la operación de una planta industrial.
- ❖ Producir a escala piloto y comercializar los subproductos de salmuera: carbonato de litio, cloruro de potasio, sulfato de potasio, cloruro de magnesio, ácido bórico.
- ❖ Estudiar los impactos ambientales y elaborar medidas preventivas y mitigatorias para la fase industrial.
- ❖ Cuantificar plenamente las reservas de los recursos evaporíticos del salar de Uyuni y ser base de operaciones y apoyo para la cuantificación de reservas de otros salares.
- ❖ Elaborar el estudio de ingeniería a diseño final de la Planta Industrial de carbonato de litio y sus derivados, que deberá entrar en operación el 2014, así como de las otras plantas del complejo industrial de química básica.
- ❖ Formar personal calificado y especializado en procesamiento de salmueras.
- ❖ Apoyar iniciativas regionales y comunitarias en la industrialización de otros recursos evaporíticos como la ulexita, bórax decahidratado, carbonato de sodio y otros.

En la actualidad las obras civiles de construcción de la Planta Piloto se encuentran en fase de conclusión y se espera su puesta en operación hasta septiembre del 2010. La Planta Piloto del salar de Uyuni está ubicada a orillas del sur este, en tierra firme a las faldas del Llipi Loma en Río Grande y tendrá una capacidad de producción de 40 TM/mes de

carbonato de litio. Abarca una superficie de aproximadamente 5.000 m² de construcción civil y 150.000 m² (15 hectáreas) de piscinas de evaporación. Cuenta con un campamento con todas las condiciones de habitabilidad, laboratorios, talleres, oficinas, depósitos y la planta principal de procesamiento, además de la planta modular de KCl ubicada sobre el mismo salar.



Planta Piloto en construcción

Una vez concluido el trabajo de la Planta Piloto, el 2012 se ingresará al diseño final de construcción de la Planta Industrial de Carbonato de Litio, que deberá entrar en operación a partir del 2014 y tendrá una producción de 30.000 a 40.000 toneladas/año, además de otros volúmenes mayores de cloruro de potasio, sulfato de potasio y ácido bórico. Paralelamente se tiene previsto desarrollar otras plantas industriales (carbonato de sodio, óxido de calcio, cloruro de calcio, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y otros) que inicialmente abastecerán de los insumos necesarios para la Planta Industrial de Carbonato de Litio y sus derivados. Todo este conjunto de emprendimientos conformarán y serán la base de un Complejo Industrial de Química Básica.

Del mismo modo, se han iniciado desde algunos meses atrás, las tareas de implementación de la Estación Experimental del Salar de Coipasa (EESC) en el Departamento de Oruro. A partir de una revisión completa de todos los anteriores estudios geoquímicos, geofísicos y propuestas referidas al Salar de Coipasa, ha sido diseñado y puesto en ejecución un proyecto de primera fase que establece la necesidad de que todavía se debe conceptualizar de manera muy precisa el o los procesos de industrialización de la salmuera del Salar de Coipasa, mediante la instalación y trabajo de investigación de una Estación Experimental en el mismo salar, que permita realizar pruebas de evaporación in situ, perforaciones, estudios y otras actividades correspondientes a esta finalidad. Se trata de establecer el mejor camino tecnológico para producir

competitivamente sales comerciables de potasio (picromerita, sulfato de potasio, cloruro de potasio).

COMPLEJO INDUSTRIAL DE QUÍMICA BÁSICA INORGÁNICA		
PROYECTO	PRODUCTOS	CAPACIDAD APROX. (TON/AÑO)
PLANTA INDUSTRIAL DE CARBONATO DE LITIO Y DERIVADOS	Carbonato de litio	30.000
	Cloruro de potasio	800.000
	Sulfato de potasio	200.000
	Ácido Bórico	15.000
PLANTA DE BÓRAX DECAHIDRATADO	Bórax 10	4.200
PLANTA DE CARBONATO DE SODIO - COLLPA	Carbonato de sodio	6.000
PLANTA DE SOLVAY + CAL	Carbonato de sodio	90.000
	Cloruro de calcio	25.000
	Óxido de calcio	50.000
PLANTA DE CLORO SODA	Hidróxido de sodio	7.000
	Ácido clorhídrico	5.000
PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO	Azufre refinado	25.000
	Ácido sulfúrico	50.000
PLANTA INDUSTRIAL DE POTASIO - COIPASA	Sales de potasio	100.000

Fuente: DNRE – COMIBOL

La ejecución de este proyecto también está cargo de la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL. El presupuesto asignado para este propósito es de \$us 456.434 que se viene ejecutando en la presente gestión y que además incluye la realización del estudio técnico, económico, social y ambiental (TESA) para la Planta Industrial de Potasio del Salar de Coipasa, que corresponde a la segunda fase de ejecución del proyecto. En esta fase industrial se pretende producir al menos 100.000 TM de potasio anualmente, lo que podría representar un ingreso bruto por ventas del orden de 60 millones de dólares año.

Se han realizado hasta la fecha más de treinta pozos de muestreo complementarios y de confirmación a los análisis ya conocidos, a objeto de evaluar y establecer la óptima ubicación del lugar para la construcción e implementación de la Estación Experimental del Salar de Coipasa, en la perspectiva de que idealmente también sea el lugar para la construcción de la futura Planta Industrial de Potasio.

6.3. EJECUCIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA PROVISIÓN DE ENERGÍA, AGUA E INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

Mejorar y construir la infraestructura de acceso, transporte, telecomunicación y abastecimiento de energía eléctrica, gas natural, agua potable y salobre

en las áreas de explotación y producción, es otra de las prioridades y condiciones, para favorecer la ejecución de los proyectos productivos iniciales y del futuro complejo industrial.

Se han dado los primeros pasos con la provisión de agua potable a la población de Río Grande y a la Planta Piloto, así como en la habilitación y construcción de caminos y terraplenes en la zona de operaciones de la fase piloto. También se ha mejorado en telecomunicaciones para la zona.

6.4. FINANCIAMIENTO

El monto aproximado requerido para la Planta Industrial de carbonato de litio y los derivados de potasio y boro del salar de Uyuni, está en el orden de 350 millones de dólares americanos. Para el caso de la Planta Industrial de Potasio del salar de Coipasa es de aproximadamente 80 millones de dólares. La búsqueda de capital para financiar estos proyectos está orientada a la modalidad de ventas anticipadas respaldadas con producción futura y también mediante préstamos de entidades crediticias. La fuente de financiamiento de parte de los recursos iniciales es COMIBOL y el TGN. Las ventas a futuro, mecanismo ampliamente utilizado en operaciones comerciales, toma en cuenta el compromiso del productor, en este caso del Estado boliviano, de vender por adelantado una determinada cantidad de

productos, a precios de mercado y a contratos de mediano plazo.

Al respecto están abiertas varias alternativas posibles a concretarse en condiciones muy favorables, lo que demuestra que el tan pregonado argumento de abrir irremediablemente las puertas a socios inversionistas extranjeros no es el único camino, si queremos lograr los mayores beneficios al interés nacional a partir de estos recursos estratégicos y no repetir la historia del permanente saqueo a favor de intereses privados y transnacionales.

6.5. NECESIDAD DE UNA EMPRESA ESTRATÉGICA DE LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS.

A partir de la constatación del carácter altamente estratégico del litio y el potasio y la magnitud de las reservas de estos recursos que posee nuestro país, posibilita el planteamiento de una estrategia de desarrollo nacional, permitiendo que Bolivia se posicionen en el corto y mediano plazo en una nación con influencia mundial en este rubro y que los beneficios económicos a alcanzar se reinvierta y distribuyan en el país. Por ello, la necesidad de que el Estado ejerza la dirección y el control de los sectores estratégicos de la economía, en este caso de los recursos evaporíticos, exige la creación de una empresa nacional específica para la industrialización de estos recursos.

Por otra parte, el mandato constitucional determina que los recursos naturales no metálicos existentes en los salares, salmueras, evaporíticos, 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, investigación, explotación, industrialización, transporte y comercialización de los recursos evaporíticos de Bolivia.

Se requiere de una empresa ágil, moderna, de dedicación y aplicación de conocimiento específico para asumir adecuadamente la responsabilidad de conducir un proyecto estratégico como el de la industrialización de los recursos evaporíticos, que tiene plazos cortos por el rápido desarrollo del mercado internacional del litio y la tendencia creciente mundial de reemplazar los combustibles fósiles con nuevas alternativas energéticas.

La Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL debe constituirse en la base para la creación de una nueva empresa nacional pública estratégica, de derecho público, con autonomía de gestión administrativa, técnica, legal y económica, con personalidad jurídica, patrimonio propio y duración indefinida para hacerse cargo de la ejecución de las actividades medulares de la industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia.

Es por tanto una necesidad nacional retomar y consolidar la esencia del D.S. 444 que en marzo del 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. A modo de comentario final, resulta entonces inadmisibles, por un mínimo de honestidad intelectual, pretender señalar que no existiría una estrategia nacional para la industrialización de estos recursos. Desde luego que existe y se la debe fortalecer desde todos los ámbitos, incluido el académico. Naturalmente es una estrategia que se contraponen al entreguismo al que fueron sometidos nuestros recursos naturales. Se contraponen a aquellos que apuntalaron al neoliberalismo de las últimas décadas y siguen pregonando y abogando por abrir las puertas a aquellos "inversionistas" que sólo les interesa el saqueo para su beneficio, dejando migajas y deshechos para las regiones y el país. Son muchos los peligros y las presiones para ceder ante esos intereses. Se debe defender esta estrategia, impulsarla y evitar a toda costa la privatización o licitación del reservorio de litio más grande del planeta.

Notas:

- (1) www.waste.ideal.es
- (2) Energy Information Administration, 2009.
- (3) The Globe and Mail, "Pumped up: Why gasoline engines are here to stay". 2008.
- (4) Pacheco, Hernán F. Análisis sobre el Mercado Energético Mundial, Ener-Dossier, 2009.
- (5) Industrial Minerals and Metal Bulletin Research, a five year strategic Outlook for the lithium industry, 2009.
- (6) TRU Group Inc Industry Manufacturing Resource Consultant, 2009.
- (7) Desarrollo Integral de la Salmuera del salar de Uyuni. Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos, COMIBOL. 2008.