



GERENCIA NACIONAL DE  
RECURSOS EVAPORÍTICOS



# MEMORIA 2011





*Evo Morales Ayma*

PRESIDENTE CONSTITUCIONAL  
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



*Sr. José Pimentel Castillo*

MINISTRO DE MINERÍA Y METALÚRGIA  
(2010 - 2011)



*Ing. Héctor Córdova Eguivar*

PRESIDENTE CORPORACIÓN MINERA DE BOLIVIA



*Ing. Luís Alberto Echazú Alvarado*

**GERENTE GENERAL  
GERENCIA NACIONAL  
DE RECURSOS EVAPORÍTICOS - COMIBOL**

## **PRESENTACIÓN**

La gestión que concluye muestra como resultado un año de considerables avances en la industrialización de los recursos evaporíticos de nuestro país. La GNRE ha conseguido desarrollar, con profesionales bolivianos y tecnología propia, la primera fase de la Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos.

Estamos listos para enfrentar el montaje, las pruebas y puesta en marcha de la planta a

escala semi industrial de Cloruro de Potasio (KCl) y piloto de Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ). La infraestructura con la que actualmente contamos en el Salar de Uyuni, la ingeniería de diseño realizada y los procesos definidos por nuestra investigación nos ponen en puertas del inicio de producción piloto de este proyecto trascendental del Estado.

El presente documento engloba un recuento de nuestras actividades en todos los ámbitos

del trabajo que nos toca desarrollar, pero por primera vez, y aprovechando esta importante publicación, presentamos a detalle el proceso boliviano para obtención de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio.

Estamos seguros que este aporte científico, patentado a nombre de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), servirá de ejemplo para que otros profesionales de distintas áreas puedan desarrollar trabajos de innovación en beneficio de nuestro país.

Siguiendo con la estrategia de industrialización, este año 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.

Otro de los avances significativos fue la contratación de la ingeniería a detalle de la futura planta industrial de Cloruro de Potasio (KCl) con capacidad de 700 mil toneladas año.

En la Fase III los avances también han sido significativos. Después de un largo proceso administrativo hemos adquirido un laboratorio y una planta piloto de baterías de ión Litio. Esta compra nos permitirá realizar ensayos, capacitar a nuestros profesionales bolivianos y producir 1.000 celdas/día de ión Litio con capacidad de 800mAh y 50 celdas/día de ión Litio de capacidad de 10Ah.

Este logro de gestión representa un avance cualitativo, de mucha importancia,

destinado a producir mayor valor agregado en esta industria.

El alcance de las obras realizadas en el salar de Uyuni, Llipi-Llipi, Río Grande en el Departamento de Potosí y las de Tauca en el Departamento de Oruro por los trabajos en el salar de Coipasa, muestran un verdadero cambio y oportunidad para estas regiones donde antes sólo había tierra, viento y pobreza.

El verdadero desarrollo de nuestro país vendrá de la mano de la industrialización a cargo del Estado, de esta manera vamos a poder garantizar el control soberano sobre nuestras materias primas.

Las dificultades que tuvimos que enfrentar han sido de todo tipo, como es de conocimiento público algunas de ellas a raíz de fenómenos climatológicos ajenos a nuestra voluntad. La inundación del Salar de Uyuni, como nunca antes, se ha mantenido por casi ocho meses. A pesar de estas condiciones el equipo de profesionales y técnicos de la planta nunca abandonaron sus tareas y se han mantenido con una fortaleza revolucionaria que quiero destacar en estas breves palabras.

Las críticas planteadas al proyecto, muchas de ellas acomodadas a intereses particulares, sólo han servido para poder expresar nuestra verdad y exponer los conocimientos adquiridos en todos estos años de trabajo disciplinado y consecuente con la política definida para la explotación de nuestros recursos evaporíticos. El tiempo se ha encargado de poner en evidencia a los detractores de siempre.

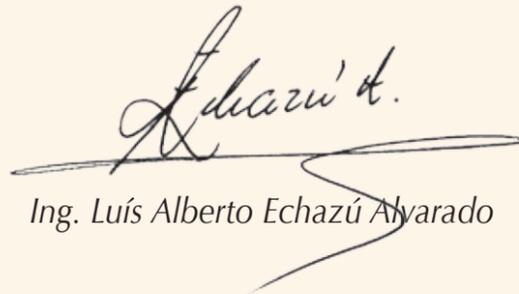
Son varios los pasos que aún debemos dar para iniciar nuestra añorada producción a escala industrial, pero quiero manifestar en esta oportunidad que una vez logrado el objetivo nuestro país se convertirá en el segundo mayor productor a nivel mundial de Carbonato de Litio y en el caso del Cloruro de Potasio estará entre los 10 primeros. Por esta razón y porque nuestro país requiere del compromiso de todos nosotros, es que hago un llamado para dejar de lado los intereses particulares y apoyar de manera militante este gran proyecto nacional.

Estoy seguro que muchas otras dificultades van a presentarse pero sólo el trabajo consecuente, honesto y profesional nos

permitirá sortear con éxito las mismas y así poder posicionar a nuestro país y a su industria del Litio en un lugar destacado en el ámbito mundial.

El material aquí expuesto, con datos confiables y fuentes reconocidas, permite entregar un análisis exacto de las condiciones de mercado que hoy existen y las proyecciones estimadas tanto para el Cloruro de Potasio como para el Carbonato de Litio.

No me queda más que invitar a la lectura de nuestra publicación y una vez más ratificar nuestro compromiso con el desarrollo de este emprendimiento en beneficio del país.



Ing. Luis Alberto Echazú Alvarado

Presentación	4
<b>1.</b> Reseña histórica	9
<b>2.</b> Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia	13
2.1. Descripción de las fases de industrialización	17
Fase I, Piloto	17
Planta Semi industrial de KCl	
Equipos, reactores e infraestructura	
Losa radier	
El encalado	
El acoplamiento	
Planta Piloto de $\text{Li}_2\text{CO}_3$	
Plan de producción	
Fase II, Industrial	29
Ingeniería a diseño final de la Planta Industrial de KCl	
Desarrollo de la ingeniería a detalle	
Diseño de la Planta Industrial	
Desarrollo de la Ingeniería Básica	
Referencias técnicas de la Planta Industrial de KCl	
Primer módulo de piscinas, circuito industrial	
Red eléctrica de Media Tensión Llipi	
Fase III, Baterías de ión Litio	36
<b>3.</b> El proceso tecnológico boliviano	37
<b>4.</b> Avances gestión 2011	41
Obras civiles	
Comunicaciones	
Laboratorio	
Terraplén de acceso al salar	
Estaciones meteorológicas	
Piscinas de evaporación	
Equipamiento y maquinaria	
Aducción de agua dulce e industrial para la Planta Piloto de KCl en el Salar de Uyuni	
Sistema informático de seguimiento y control documental	
Nuevos avances en la investigación	
<b>5.</b> Situación actual	55

6.	Una gestión transparente	56
7.	Dificultades enfrentadas	57
8.	Análisis de mercado del Cloruro de Potasio	59
	El Cloruro de Potasio	
	Características físicas y químicas del Cloruro de Potasio	
	Explotación del Cloruro de Potasio	
	Métodos de explotación de KCl	
	Aplicaciones del Cloruro de Potasio	
	Demanda del Cloruro de Potasio	
	Principales países importadores de Cloruro de Potasio	
	Oferta del Cloruro de Potasio	
	Proyecciones de producción de KCl por la GNRE	
	Reservas de KCl en el Salar de Uyuni	
	Reservas globales estimadas de Potasio	
	Bolivia y sus reservas de KCl	
	Evolución de los precios del Cloruro de Potasio	
9.	Análisis del Mercado del Litio	77
	Principales usos del Litio	
	Evolución de la demanda	
	La demanda del Litio	
	Litio: apuesta a largo plazo	
10.	Salar de Coipasa	87
	Acuerdo de cooperación con China para la prospección del Salar de Coipasa	
11.	Comité científico, apoyando al proceso de Investigación y Desarrollo	
	Membresía	
	Resultados logrados por el Comité Científico	
12.	Medio ambiente	92
13.	Uso del agua	93
14.	El proyecto en las comunidades	95
15.	Acuerdos internacionales	97
16.	Memorándums de Entendimiento firmados el 2011	98
	Memorándum de Entendimiento con China	
	Memorándum de Entendimiento con Corea	
	Negociaciones con Kores – Posco	
17.	Quinto Seminario científico	101



## 1. RESEÑA HISTÓRICA

Corría el año 1975 y Bolivia estaba bajo un régimen dictatorial. En el Sudoeste del país, dentro de uno de los paisajes más imponentes de todo el continente, empezaba a latir uno de los proyectos más importantes para la historia de la entonces República de Bolivia.

Francois Risacher, científico francés, daba los primeros pasos en procura de establecer la existencia de Litio en la salmuera de Uyuni. Sus primeros estudios y perforaciones se iniciaron a mediados de los años 70 en el marco de un acuerdo entre la francesa ORSTOM, actual IRD, y la UMSA.

Las conclusiones de este trabajo que alcanzó una perforación de 120 m. de profundidad, determinó una reserva de 8,9 millones de toneladas de Litio.

El año 2000 fue el turno de la Universidad Duke de Estados Unidos, estos académicos perseguían como objetivo central la determinación de datos paleoclimatológicos, es decir que buscaban establecer los distintos comportamientos del clima en la zona del salar desde hace aproximadamente 15.000 años. En ese afán, perforaron un pozo de 220 metros y tomaron una serie de muestras que ratificaron que la composición morfológica del Salar de Uyuni, no varía con respecto a los primeros metros de su estructura, con lo cual se confirma que Bolivia posee la reserva más importante de Litio en el planeta.

Los distintos gobiernos empezaron a tomar en cuenta esta riqueza natural y fue Hernán Siles

Suazo en 1985 quien dictaminó mediante la Ley N°719, la creación del Complejo Industrial de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni (CIRESU) que entre sus principales atribuciones debía representar al Estado en materia de licitaciones, asociaciones y suscripción de contratos en todo lo referente a los recursos del Salar de Uyuni.

En 1986, Víctor Paz Estensoro declara al Salar de Uyuni como Reserva Fiscal del Estado Boliviano mediante el Decreto Supremo 21260 del 16 de mayo.

En el gobierno de Jaime Paz Zamora, la empresa Lithco de procedencia norteamericana firmó un contrato de adjudicación para explotar el Salar de Uyuni en condiciones desfavorables para Bolivia. Los pobladores de la región, en resguardo de los intereses del Estado sobre sus recursos naturales, rechazaron este acuerdo y expulsaron a esta transnacional del país.

El año 2007 marcó un hito histórico para los recursos naturales de Bolivia, ya que la condición de Reserva Fiscal se extiende a todo el territorio nacional por medio del Decreto Supremo 29117 del Gobierno de Evo Morales.

En enero de 2008 los diputados y las organizaciones sociales de la región, agrupadas en la Federación Regional Única de Trabajadores Campesinos del Altiplano Sud (FRUTCAS) plantean al Presidente Evo Morales la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni. A partir de este momento un equipo de profesionales

bolivianos elabora el diseño conceptual de ingeniería para la implementación de la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos.

Para llevar adelante esta iniciativa, se declaró como prioridad nacional la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni por medio del Decreto Supremo N° 29496 del primero de abril de 2008, inmediatamente y como resolución de ese documento, la

Corporación Minera de Bolivia instituyó la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos (DNRE) mediante Resolución de Directorio N° 3801/2008 el 3 de abril de esa gestión.

Por la importancia de la Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, el 29 de junio de 2010 la DNRE cambia su denominación a Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) mediante Resolución de Directorio N° 4366/2010.

*Primeras piscinas de ensayo construidas con bloques de sal*



**ESTRATEGIA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS  
RECURSOS EVAPORÍTICOS DE BOLIVIA**

## 2. ESTRATEGIA DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS DE BOLIVIA

La Estrategia Nacional para la Industrialización de los Recursos Evaporíticos está concebida bajo los principios de soberanía sobre nuestros recursos naturales, como lo establece la Constitución Política del Estado y así lo afirma el Presidente Morales, "... en cuanto al Litio, no se debe repetir el saqueo de la riqueza de Potosí (mina de plata), de donde los explotadores se llevaron todo y no dejaron algo para Bolivia, quedando para los pueblos mineros sólo pobreza y contaminación, por ello el Estado jamás va a perder la soberanía del Litio".

La producción del Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio, no está abierta a la participación de las empresas transnacionales, ésta será administrada y operada por el Estado boliviano a través de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).

La COMIBOL, por medio de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, implementa la Estrategia Nacional de exploración, explotación e industrialización de los evaporíticos desde el año 2008, logrando importantes avances hasta la fecha.

Mediante la industrialización de los recursos evaporíticos, a través de una iniciativa 100 % estatal, Bolivia ingresará en el mercado mundial del Litio, Potasio y sus derivados en condiciones competitivas, dejando en claro el derecho soberano sobre nuestros recursos naturales.

La Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos fue concebida y hecha pública por el Presidente Evo Morales Ayma, consta de tres fases:

- La Fase I, destinada a la producción piloto de Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) y Semi-industrial de Cloruro de Potasio (KCl), en etapa de conclusión.
- En la Fase II, se implementa un plan de producción industrial de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  y KCl y finalmente
- En la Fase III, se fabricarán materiales de cátodo, electrolitos y baterías de ión Litio.

*Profesional de la GNRE realizando análisis de laboratorio*



La Fase I fue ejecutada con recursos propios de la COMIBOL, mientras que las fases II y III cuentan con créditos en condiciones concesionales del Banco Central de Bolivia, aprobados por la Ley Financiera N° 062 del 28 de noviembre de 2010 y N° 211 del 23 de diciembre de 2011.

Para la Fase III, la tecnología provendrá de asociaciones con empresas extranjeras que poseen un desarrollo consolidado en esta área, pero que sólo será aplicable si se respeta la soberanía boliviana sobre sus recursos naturales; de constituirse una sociedad, se hará prevalecer la participación mayoritaria del Estado boliviano.

FASES	INVERSIÓN ESTATAL EN MILLONES DE \$US.	AÑO DE PRODUCCIÓN	FINANCIAMIENTO	TECNOLOGÍA
FASE 1	19	2012	100% Estado boliviano	Boliviana
FASE 2	485	2016	100% Estado boliviano	Boliviana
FASE 3	400	2014	100% Estado boliviano	Socios para transferencia de tecnología

Personal de la GNRE. en trabajos de impermeabilización de las piscinas de evaporación



Vista parcial de la infraestructura de la Planta de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

## 2.1. Descripción de las Fases de Industrialización

### Fase I, Piloto

El 2011 marca la etapa final de los preparativos para iniciar la producción piloto de la Fase I, la implementación de las plantas de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio. La GNRE mediante su equipo técnico y de investigación, además el aporte del Comité Científico, trabaja para poner a prueba y optimizar sus procesos que permitan obtener un producto de alta calidad, apto para competir en el mercado internacional.

La Fase piloto es la demostración, con carácter experimental cuyo resultado indica que una proyección realizada funciona dentro de los parámetros esperados, y pueden ser replicados a escala industrial.

La Planta Piloto está ubicada en la orilla Sudeste del Salar de Uyuni, en tierra firme, de las faldas del Allka Loma. Las obras civiles están concluidas en su totalidad, el

laboratorio, los talleres mecánico-eléctrico y automotriz están en plena operación.

La Planta Piloto ha sido concebida para:

- Avanzar sistemáticamente en la evaluación del yacimiento como base para las operaciones y apoyo para la cuantificación de reservas de otros salares.
- Formar personal calificado y especializado en el procesamiento de salmueras.
- Estudiar, experimentar, controlar y optimizar todas las variables del o de 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 la futura Planta Industrial.

- Producir a escala piloto y comercializar los subproductos de salmuera: Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio.
- Estudiar los impactos ambientales, elaborar medidas preventivas y posible mitigación para la fase industrial.
- Elaborar el estudio de ingeniería conceptual para el diseño final de la Planta Industrial de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio y otros derivados, que deberá entrar en operación en 2015, así como el diseño de las otras plantas del complejo industrial de química básica.
- Apoyar iniciativas regionales y comunitarias en la industrialización de otros recursos evaporíticos como la Ulexita, Bórax decahidratado, Carbonato de Sodio y otros.
- Contar con un campamento en el Salar de Uyuni, con todas las condiciones de habitabilidad, laboratorios, talleres, oficinas y depósitos además de la infraestructura principal.

*Impermeabilización de piscinas*



### Planta Semi Industrial de KCl

En la composición de las salmueras del Salar de Uyuni, se encuentran variados elementos, cuya demanda en el mercado es de significativa importancia, como es el caso del Cloruro de Potasio (KCl), que tiene una presencia preponderante en los salares de Uyuni y Coipasa.

Es por ello que la GNRE, después de un estudio de factibilidad económica sobre los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, paralelo al montaje de la Planta Piloto de Litio, también concluye con la instalación de una Planta semi industrial para la producción de Cloruro de Potasio con una capacidad de 1.000 TM mensuales.

### Descripción

El proceso comienza con el llenado de las salmueras a las piscinas de evaporación, desde

los pozos a través de salmueroductos de 6 pulgadas de diámetro, los líquidos son impulsados por bombas sumergibles de gran capacidad que desde una distancia aproximada de 200 a 500 metros en la etapa de prueba; para la producción industrial, las distancias entre los pozos y piscinas pueden ser de varios kilómetros, dependiendo de su ubicación.

Después de cosechar la Silvinita proveniente de las piscinas, las sales son llevadas a plataformas de escurrido para disminuir la cantidad de salmuera aún presente, estas sales alimentarán la Planta de Cloruro de Potasio (KCl).

La primera etapa es la reducción de tamaño del granulado en molinos de rodillos, debido a la aglomeración que sufrieron al ser almacenadas en las plataformas de escurrido,

*Preparación de piscinas de evaporación correspondiente a la fase industrial*



a un molino de jaula donde la reducción de tamaño es más uniforme, a la vez son sometidas a la acción de una solución acondicionada que tiene aproximadamente entre 30 y 35 % de sólidos disueltos entre los que se encuentran el Cloruro de Sodio y el Cloruro de Potasio, luego se le agrega el acondicionador en pequeña cantidad y en forma de pulpa, con una composición de 30 a 40% de sólidos en suspensión, ingresan a la batería de flotación, donde se agrega el flotador (sustancia orgánica).

Debido a la acción del aire las partículas de KCl flotan, éstas son recuperadas de la superficie por colectores, en esta etapa los cristales recuperados tienen una composición de aproximadamente 60-70% de Cloruro de Potasio.

Posteriormente se pasa a una etapa de lixiviación con agua, para eliminar la mayor cantidad de Cloruro de Sodio, elevando la pureza hasta 70 u 80%, al separar la mayor cantidad de agua los cristales terminan su proceso en los filtros banda, donde la humedad llega hasta un 10%.

Por último son llevados a secadores, para eliminar la mayor cantidad de agua para obtener cristales de Cloruro de Potasio con una pureza mayor al 98%, los que son almacenados y dispuestos para su comercialización.

La construcción de la Planta de KCl en el Salar de Uyuni se realiza en una plataforma de sal compactada en una extensión de 3.600 m<sup>2</sup> con una elevación de 1 m sobre el nivel de

*Equipo pesado en trabajos de construcción de piscinas de evaporación*



la costra salina. Sobre esta plataforma se ha vaciado una losa radier de hormigón armado que abarca una superficie de 1.800 m<sup>2</sup>, sobre la cual se encuentran los fundamentos para el montaje de los equipos del proceso de obtención del Cloruro de Potasio, así como la estructura metálica y el cerramiento correspondiente.

Adicionalmente se han construido otras dos plataformas de sal compactada sobre las que se tiene previsto vaciar y montar las losas de servicio.

### **Equipos, reactores e infraestructura**

Con la llegada de las celdas de flotación al Salar de Uyuni, la GNRE ha consolidado el 90% de los equipos de la Planta de Cloruro de Potasio y está lista para iniciar el proceso de contratación del montaje, pruebas y puesta en marcha de esta infraestructura.

Adicionalmente, se ha concluido con la construcción de la estructura y cubierta metálica de esta instalación, garantizando la continuidad de las obras de ingeniería de acuerdo a lo programado.

El mayor porcentaje de estos equipos y reactores fueron construidos por empresas

nacionales, la GNRE está comprometida con el desarrollo de la industria local y seguirá privilegiando en sus adquisiciones a empresas bolivianas.

Paralelamente a la instalación de los equipos de la Planta de KCl, también se construyen otras infraestructuras que son parte de la Planta como la plataforma de alimentación, centros de almacenamiento, sistemas de abastecimiento de agua dulce, sistemas de tratamiento de aguas residuales y la red eléctrica para el funcionamiento de todos los equipos activados en esta instalación.

### **Losa radier**

Una de las infraestructuras importantes del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, es la construcción de la losa radier. Esta obra es una plataforma de hormigón armado que sirve de base para la instalación de la Planta de KCl, esta infraestructura está instalada sobre el salar a una distancia de aproximadamente 15 km. de tierra firme, dentro el área del complejo de las piscinas de evaporación.

*Trabajos en la losa radier*



La losa radier está construida sobre una plataforma de sal compactada de 1 m de altura sobre una superficie de 120 metros de largo por 30 metros de ancho y que fue impermeabilizada con Geotextiles y HDP para evitar la filtración y ascensos de aguas por capilaridad.

La construcción de la losa de concreto se efectuó por paneles (bloques) de 20 metros, entre panel y panel llevan juntas de dilatación y Water Stop para evitar cualquier contacto con la salmuera o de agua dulce que se empleará en la limpieza de la planta, además de estar provista de los canales de recuperación de aguas de recirculación y en algunos casos para la expulsión de las mismas mediante bombeo.

El muro de cerramiento tiene un recubrimiento de plasto-formo reforzado con malla metálica y cemento, la cubierta se asienta sobre hormigón ciclópeo en columnas que sirven de soporte a las estructuras metálicas sobre las cuales están aseguradas las barras de soporte de la cubierta de policarbonato.

En la segunda planta el piso es de estructura mixta, una losa llena y entablonada con madera de 8 x 8 pulgadas.

El cálculo fue efectuado dentro las normas bolivianas del hormigón y contra sismos acordes a la carga mayor de los equipos que formaran parte de la planta.

### El encalado

La composición de la salmuera contiene diferentes elementos que deben ser separados, para ello existen procedimientos que se aplican de acuerdo a las características del Salar de Uyuni. La GNRE ha establecido un procedimiento que contribuye a la separación de dichos elementos, con la incorporación del Hidróxido de Calcio, procedimiento que se denomina: encalado.

El encalado es un proceso que se aplica en piscinas separadas con lechada de cal (óxido de Calcio + agua), para ello se construye una planta en la que se utiliza suficiente

cantidad de cal y agua, cuyo principal objetivo es reducir o alivianar el contenido de sulfato de la salmuera, precipitándolo en piscinas de Sulfato de Calcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

La Planta de Encalado comienza con un proceso de molienda de la cal gruesa de  $\text{CaSO}_4$ , que luego es tamizado separándose en material grueso y fino. El material fino pasa al tanque acondicionador o agitador, para luego formar la lechada de cal y combinarse con la salmuera para precipitar los sulfatos.

En esta etapa es fundamental la depuración de la salmuera, eliminando la mayor cantidad de elementos disueltos que acompañan al Litio. La salmuera de Uyuni presenta una alta concentración de Sulfato, Magnesio con presencia de Boro en menor cantidad, el Sulfato tiene mayor afinidad química con el Potasio y el Litio, su eliminación representó un desafío importante para el departamento de Investigación y Desarrollo de la GNRE que, después de varios estudios, determinó el uso de cal para conseguir

una disminución del Sulfato, substancia que perjudica el proceso de recuperación del Litio y el Potasio.

El proceso de encalado debe iniciarse antes de la evaporación; por lo tanto, la salmuera ingresa a una piscina diseñada y destinada para el primer paso denominado apagado de cal, éste consiste en la mezcla de cal con agua produciendo Hidróxido de Calcio, denominado también lechada de cal.

En un tanque reactor se vierte la lechada de cal sobre la salmuera para posteriormente dejar sedimentar (proceso de separación) en las piscinas de encalado para finalmente trasladar la salmuera a las siguientes piscinas de evaporación.

El proceso del encalado permite la eliminación, principalmente de sulfato en un 90%, Magnesio en un 30% y Boro en un 50 a 80%, posteriormente se deja sedimentar la salmuera para después bombearla a las piscinas de evaporación.

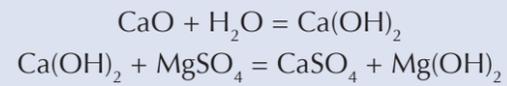
### COSTOS APROXIMADOS EN BS.

COSTOS APROXIMADOS EN BS.	
Costo del proyecto de la losa de la planta piloto	1.600.000
Costo del tinglado más cerramiento primera planta	1.000.000
Complemento de cerramiento	200.000
Losa de alimentación de la planta KCl	533.333
<b>Total</b>	<b>3.333.333</b>

Sistema de encalado



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:



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.

### El acoplamiento

El acoplamiento consiste en incrementar el área de estabilidad de la carnalita, con el ingreso progresivo de una solución salina para formar carnalita artificial, logrando de esta manera disminuir sustancialmente el Magnesio y aumentar la concentración de Litio en la salmuera desde 0,7% a 4%; a partir de esta etapa, el concentrado de Litio ingresa a la Planta de Carbonato de Litio.

El proceso de acoplamiento libera residuos sólidos que tienen que ser separados de la salmuera tratada, por lo cual se diseñó un sistema de separación sólido-líquido consistente en piscinas de sedimentación que permiten esta operación.

Este procedimiento se realiza con la salmuera previamente tratada con cal para la eliminación de sulfato y otros sólidos.

Vista parcial de piscinas de la fase piloto



PLANTA PILOTO DE  $\text{Li}_2\text{CO}_3$

### Planta Piloto de $\text{Li}_2\text{CO}_3$

Un emprendimiento nuevo de trascendencia nacional como es el proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, requiere de una fase previa de prueba y ajuste antes de su implementación definitiva a escala industrial, es por esta razón que se plantea el diseño e implementación de la Planta Piloto de Litio.

La ubicación de la Planta se define de acuerdo a los informes previos y a la pruebas realizadas por la Gerencia en distintas áreas del Salar de Uyuni, por ello se establece que el delta de Río Grande, es el área de mayor concentración de Litio, definiendo de esa manera el emplazamiento de la Planta en las riberas del Sud Este del salar en tierra firme (Llipi).

La Planta Piloto está diseñada para una capacidad de producción de 40 TM/mes de Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ), constituyéndose en el primer desafío asumido con la seriedad y responsabilidad necesarias para la industrialización integral de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni a través de un emprendimiento 100% estatal, desde su concepción hasta su diseño final.

Es necesario recalcar que ningún país o empresa, por más especializada que genera, tiene la tecnología lista o desarrollada para ser implementada de forma inmediata en la industrialización de las salmueras de Uyuni o de Coipasa. Cada salar tiene distintas características físicas y composición química, por tanto requiere de procesos distintos y específicos para su tratamiento.

La Dirección de Investigación y Desarrollo de la GNRE, ha desarrollado un proceso innovador, que ha permitido obtener Carbonato de Litio con buenos resultados, que está patentado a nombre de la COMIBOL y que será puesta a prueba en la Planta Piloto de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Eliminación de sulfatos, Boro y parte de Magnesio, mediante el encalado con lechada de cal (óxido de calcio).
- Eliminación de Cloruro de Sodio (sal común), mediante evaporación y cristalización fraccionada en piscinas habilitadas para este fin.
- Separación del Cloruro de Potasio, mediante el procedimiento descrito y refinación en la Planta de Cloruro de Potasio (producción de fertilizantes).
- Eliminación del Magnesio por un procedimiento de desalinización.

A partir de la anterior etapa, la salmuera con alta concentración de Litio se procesa en tanques reactores, en los que se van disgregando los líquidos y los sólidos, hasta la obtención del producto final, el Carbonato de Litio.

Es así como la GNRE, ha demostrado que es posible industrializar nuestros recursos naturales con profesionales bolivianos y soberanía tecnológica, sin dependencia externa.



Instalaciones de la Planta de Llipi

**Plan de Producción**

El objetivo de la producción piloto es alcanzar las 1.000 toneladas métricas al mes de Cloruro de Potasio y 40 toneladas métricas mes de Carbonato de Litio, el inicio de la producción será de manera escalonada.

Por otro lado, la Planta Industrial, está diseñada para producir cantidades mayores

de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio a partir de 2016. La producción industrial tendrá un ascenso escalonado durante los próximos años hasta alcanzar los niveles de capacidad plena del emprendimiento.

Producción proyectada a partir del año 2016:

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
Prod./TM KCl	200.000	500.000	700.000	700.000	700.000
Producción relativa KCl	28,5%	71,4%	100%	100%	100%
Prod./TM Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	5.000	10.000	20.000	30.000	30.000
Producción relativa Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	16,6%	33,3%	66,6%	100%	100%

Fuente: GNRE (Estudio de factibilidad económica para el proyecto de aprovechamiento integral de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni).

**Fase II, Industrial**

Con la inversión garantizada por el Gobierno Plurinacional de Bolivia a partir de la aprobación del Crédito del Banco Central (BCB), se inicia la Fase II de industrialización en la que el principal objetivo es implementar una Planta Industrial con capacidad de producir 30 mil TM/año de Carbonato de Litio y 700 mil TM/año de Cloruro de Potasio. Con esta capacidad, la Planta Industrial boliviana de Carbonato de Litio se ubicará en el segundo lugar a escala mundial.

A partir del 2011 se realiza una progresiva inversión estatal, llegando a los 485 millones de dólares en cuatro años, para la construcción y operaciones de la Planta Industrial.

Por otro lado, el complejo de soporte técnico, incluyendo el laboratorio y los talleres (automotriz, metal mecánica, electricidad,

tuberías y automatización), están situados en Allka Loma.

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, una vez superadas satisfactoriamente las pruebas de pilotaje en la producción de Cloruro de Potasio (correspondiente a la Fase I), se encamina hacia la producción de KCl a escala industrial.

La Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, establece que la producción industrial de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio y otros derivados será operada bajo administración 100% estatal y mediante el uso de tecnología compatible con la preservación del medio ambiente.

La Planta Industrial de KCl está ubicada en el Sur Este del Salar de Uyuni. La instalación

Compactado de plataforma de acoplamiento



está emplazada en el salar a unos 15 Km de LLipi, a una altura de 3.600 msnm, con una temperatura ambiente que fluctúa entre los -20 a 20 °C. El lugar es altamente salino y por ende corrosivo, es por tal motivo que se debe tomar todas las previsiones necesarias que eviten el daño en equipos y en general en las instalaciones.

El diseño de la ingeniería de la Planta de KCl está definido para producir 700 mil toneladas por año, a base de un proceso de flotación de silvinita.

La Fase II, es la fase de producción de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio a escala industrial.

Vista de las instalaciones en LLipi



Piscinas de evaporación

## INGENIERÍA A DISEÑO FINAL DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE KCl

### Desarrollo de la Ingeniería de Detalle

La Ingeniería de Detalle contempla los planos detallados de todos los circuitos de la obra civil, equipos, sistemas eléctricos, stock piles, etc., con especificaciones técnicas, administrativas, planos en detalle 3D, y puesta en marcha. Incluye además los consumos de sal, eléctricos, agua, reactivos y volúmenes de residuos.

La Ingeniería de Detalle establecerá las pautas para la planificación, ejecución y construcción de las obras de la Planta para una capacidad productiva de KCl de 700.000 TM/año.

### Diseño de la Planta Industrial

El diseño final de la planta de KCl con capacidad de producción de 700 mil toneladas por año, se define sobre la base de un proceso de flotación de silvinita,

obtenida a través de la cristalización fraccionada de las salmueras.

El manejo de masas y el flujograma son definidos por la calidad del producto que será superior al 95% y la recuperación del 90%. Después de un largo proceso de convocatoria nacional e internacional, y de valoración de propuestas a fines de la gestión 2011, se adjudicó a la empresa alemana ERCOSPLAN la elaboración del estudio de ingeniería a diseño final de la Planta Industrial de KCl. Este estudio tiene los siguientes objetivos:

### Desarrollo de la Ingeniería Básica

Consolidar los diagramas de flujo, el proceso de investigación y desarrollo, memorias de cálculo de fluidos y pulpas y especificaciones técnicas para montaje de equipos definidos por la Ingeniería Básica.

- **Asistencia Técnica Posterior**

Finalizada la ingeniería básica y de detalle, además licitada la construcción de la planta, la empresa contratada proporcionará asesoramiento, consultas y absolverá dudas durante la construcción, montaje y puesta en marcha de la operación para la solución de problemas de ingeniería en terreno.

- **Capacidad de producción y factor de recuperación**

Producción: 700 mil toneladas por año  
 Recuperación de la planta: 90 %  
 Factor de seguridad del diseño aplicado a la tasa de producción: 15 %

- **Delimitación del trabajo**

Inicio: Desde la entrega y apilamiento de silvinita mediante cargadores frontales existentes.

Fin: Hasta la entrega de KCl en el galpón de apilamiento para posterior carguío.

- **Calidad de producto**

Alimentación de silvinita al 15% de K  
 Pureza del KCl superior al 95 %  
 Humedad máxima del 6 %

*Piscinas de encalado, halita y silvinita*



### Primer módulo de piscinas circuito industrial

La Fase II de la estrategia de industrialización de los recursos evaporíticos, comprende la construcción de un primer módulo de piscinas de evaporación con las dimensiones definidas para la futura producción industrial.

La distribución del primer módulo de las piscinas es la siguiente: piscinas de halita de 15 hectáreas (ha), silvinita 19 ha, carnalita natural de 6 ha y carnalita artificial 10 ha, haciendo un total de 50 construidas en esta gestión.

La distribución y el tamaño de las piscinas son definidas por la funcionalidad y el grado de evaporación en cada una de las etapas, es así que la evaporación de las piscinas de halita es más rápida que en las piscinas de silvinita, es por ello que el área total de estas últimas es mayor que las primeras. El sistema global del proceso de evaporación comprende 4 etapas o 19 piscinas.

*El Sr. Vicepresidente, Álvaro García Linera conversa con la prensa en el Salar de Uyuni*



## Red Eléctrica de Media Tensión

Una de las dificultades aún no superadas, es el abastecimiento de energía eléctrica permanente en la Planta de Llipi y por consiguiente en el salar, esta situación fue subsanada eventualmente con la generación de energía mediante grupos electrógenos.

El abastecimiento de energía eléctrica al campamento Llipi, actualmente se genera a partir de grupos electrógenos, que funcionan con combustible (diesel), debido a la inexistencia de la red interconectada en el lugar donde está ubicada la infraestructura de la GNRE.

Un proyecto de la importancia y trascendencia nacional no puede continuar con un sistema eléctrico de emergencia, menos al momento de ingresar a la fase de producción industrial, es por ello que se inició el estudio a diseño final del proyecto Construcción Red de Media Tensión Llipi y la provisión de todos los equipos, materiales y mano de obra necesarios para su instalación.

En los requerimientos técnicos, se especifica que la empresa contratada, deberá entregar las obras totalmente concluidas y en perfectas condiciones de operación; por lo tanto todos los equipos, materiales, procedimientos de montaje y ensayo, deberán estar de acuerdo con las normas y recomendaciones más recientes, observando el siguiente orden de prioridades:

### Objetivo general

Realizar la ampliación de la red de media tensión desde la población de Rio Grande hasta Campamento Llipi.



Instalación eléctrica de media tensión

## Objetivos secundarios

Realizar la provisión de todos los insumos, equipos y materiales requeridos para la construcción de la red de media tensión.

Realizar el tendido eléctrico de media tensión.

Realizar la instalación de todos los equipos para operación y protección de la red.

## Alcance

El alcance del proyecto es la construcción de la red de media tensión, con su respectivo sistema de protección para garantizar el funcionamiento de todos los equipos e insumos requeridos respetando los estándares constructivos.

## Las características técnicas

Nivel de tensión: 24.9 KV

Línea de media tensión trifásica

Transformadores: 400 KVA 24.9/0.38-0.22 [KV]

La red de media tensión Llipi será un sistema trifásico de 4 hilos (3 fases y un neutro), se transmitirá a una tensión de 24.9 KV.

El conductor a utilizar es de aluminio reforzado con alma de acero, de un calibre de 2/0 AWG (para fase) y 4 AWG (para neutro).

En la red de media tensión a construir no se permitirá una caída de tensión mayor a 5% en los conductores a lo largo de todo el trazo de la línea de subtransmisión, los límites de pérdida de potencia y energía no deben exceder el 5% de la potencia total a transmitir de la línea.

Campamento en el Salar de Uyuni



### Fase III, Baterías de ión Litio

La generación de mayor valor agregado al Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) que se produce en Bolivia, constituye el eje principal de la estrategia que procura consolidar el Estado.

La producción de baterías de ión Litio en el país, es parte de la estrategia integral, complementaria al proceso de obtención de productos intermedios como el  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ .

El desarrollo de materiales de cátodo, electrolitos y baterías de ión Litio, es precisamente el camino para alcanzar dicho objetivo. Si bien Bolivia cuenta con profesionales capacitados y con el presupuesto garantizado, necesita de un aporte tecnológico maduro, tecnología

de punta desarrollada por empresas especializadas ya sea mediante una asociación o la compra de dicha tecnología para producción de derivados de Litio (Sales) y productos terminados (Baterías) en territorio boliviano.

La fase III comprende la producción de baterías de ión Litio, material de cátodo y electrolitos a través de una asociación y/o compra llave en mano de tecnología desarrollada.

Por ello la GNRE no sólo producirá las sales primarias Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio; nuestro país apuesta a producir productos finales derivados de alto valor comercial a nivel mundial.



Baterías cilíndricas de litio



EL PROCESO TECNOLÓGICO BOLIVIANO

### 3. EL PROCESO TECNOLÓGICO BOLIVIANO

La investigación científica de la GNRE ha desarrollado exitosamente una tecnología propia para la producción tanto de Cloruro de Potasio (KCl) como de Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ).

El proceso se inicia con el encalado de la salmuera virgen. A continuación se desarrolla un proceso de evaporación fraccionada seguido de un proceso químico, nuevamente una etapa de evaporación y finalmente un nuevo proceso químico.

Este proceso en conjunto, permite la separación gradual de los iones de Sulfato, Boro, Sodio, Potasio, Magnesio y finalmente restos de Magnesio y Boro para la culminación y producción de Carbonato de Litio. Previamente se habrá obtenido el Cloruro de Potasio.

El proceso desarrollado por el departamento de Investigación y Desarrollo de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos consiste básicamente en los siguientes pasos:

#### **Circuito de pozas de evaporación:**

Bombeo de salmuera desde diferentes puntos del Salar, controlando los contenidos en diferentes iones y el flujo de ingreso de salmuera al proceso.

Tratamiento previo con lechada de cal para evitar futuras precipitaciones de sales mixtas de Sulfato de Magnesio y Litio. El producto precipitado por dicho tratamiento debe ser sedimentado para recuperar la salmuera retenida, por tal motivo se realiza procesos de lavado para reducir la influencia de la salmuera en la torta; las tortas lavadas serán reutilizadas alternativamente como material para la construcción de dique de colas o en la industria del cemento y otras aplicaciones alternativas.

Precipitación de una mezcla de Cloruro de Sodio y Cloruro de Potasio en varias piscinas de silvinita. Estas sales son la materia prima para la obtención de grandes volúmenes de KCl de grado técnico que serán comercializados como fertilizantes.

*Personal técnico ingresando a la piscina para controlar los niveles de evaporación*



Cristalización de sales de Cloruro de Magnesio y Potasio en piscinas de carnalita. Estas sales sufrirán también un proceso de lixiviación y entrarán en la Planta de Cloruro de Potasio.

Proceso de desalinización en una serie de piscinas de menor tamaño que permite combinar reacción química y evaporación

solar eliminando paulatinamente el Cloruro de Magnesio (en forma de una salmuera de Cloruro de Magnesio) y al mismo tiempo concentrar en la última piscina una salmuera con alta concentración en Cloruro de Litio, con bajo contenido de magnesio. Esta salmuera concentrada será tratada en la planta de Carbonato de Litio.

Equipo de perforación



#### 4. AVANCES GESTIÓN 2011

A continuación detallamos varios de los objetivos alcanzados en la gestión 2011, que nos han permitido consolidar la estrategia de industrialización de los recursos evaporíticos encargada a la GNRE.

##### Obras civiles

Se ha concluido con la construcción de la infraestructura civil en Llipi. Es una construcción en módulos de dos y tres plantas con una superficie total de 6.500 m<sup>2</sup>.

En esta infraestructura se cuenta con:

- Planta de Carbonato de Litio. (módulo de 3 pisos)
- Dormitorios
- Biblioteca
- Oficinas
- Laboratorios
- Baterías de baño
- Talleres
- Almacenes

- Cocina
- Comedor
- Sala de reuniones
- Campo deportivo.

Se cuenta con un ducto de agua potable cuya toma está en San Gerónimo a una distancia de 15 Km de la Planta.

Este ducto llega a un depósito en la cima del cerro Allka Loma, y cuenta con un caudal de 15 l/s que alimenta la Planta Piloto. Se ha iniciado la extensión de este ducto al área de operaciones en el salar.

##### Comunicaciones

También se ha instalado las antenas parabólicas para el servicio de Internet y en la cima del Allka Loma está la antena para la comunicación telefónica y de fax, que permite contar con estos servicios de comunicación en Uyuni, Tauca, Llipi y el campamento del Salar.

Corredor interior del edificio central de Llipi



## Laboratorio

Desde el inicio del proyecto, la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, prestó especial atención a la investigación de los procesos químicos para la obtención del Carbonato de Litio y otros derivados, en este propósito se ha instalado un laboratorio moderno que fue equipado con tecnología de última generación para las pruebas y análisis químicos.

Con satisfacción podemos decir que los laboratorios de la Planta de Llipi, cuentan con los equipos más modernos de Latinoamérica, lo que nos permite avanzar con éxito en la investigación, su manejo está a cargo de profesionales bolivianos logrando los siguientes resultados:

ANÁLISIS Y PRUEBAS DE LABORATORIO		
PERÍODO DE TIEMPO	NÚMERO DE ANÁLISIS 2010	NÚMERO DE ANÁLISIS 2011
DÍA	40	79
SEMANA	240	818
MES	1.000	3.275

N° PRUEBAS	N° ELEMENTOS	DETERMINACIONES
12.953	8	103.624

Fuente: Dirección de Investigación y Desarrollo, GNRE.

Profesional de la GNRE realizando análisis de laboratorio



## Terraplén de acceso al salar

El acceso a las piscinas de evaporación y la planta de Cloruro de Potasio que se encuentran en el interior del Salar de Uyuni, es a través de un terraplén de 15 kilómetros de longitud, el mismo que fue construido con una estructura de piedra, tierra y cal.

Para fortalecer esta estructura se reforzaron los badenes correspondientes, y se colocaron tuberías para el paso de agua por debajo de la estructura del terraplén.

Con estas medidas se garantiza la solidez de la obra más allá de cualquier problema meteorológico como las lluvias y las inundaciones propias del lugar.

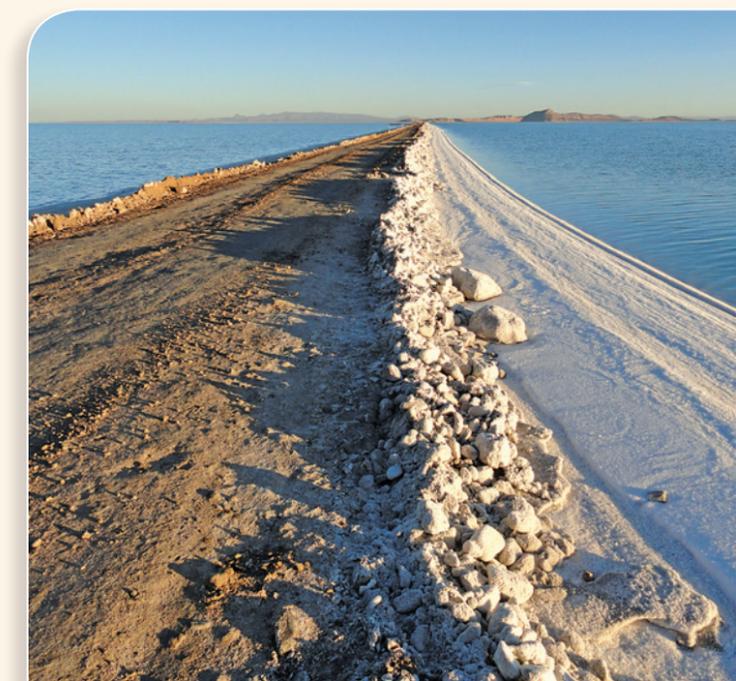
Esta obra nos permitirá y permite ya operar de manera permanente e ininterrumpida, sobreponiéndonos a cualquier adversidad climatológica como la precipitación pluvial suscitada durante los primeros meses de 2011, y que impidió el acceso a las piscinas de manera normal.

Es a partir de estas pruebas de laboratorio, que se pudo definir los procesos de obtención del Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio, por investigadores bolivianos, con tecnología nacional y que han sido patentados a nombre de la COMIBOL.

Entre los principales equipos con que cuenta este moderno laboratorio, se puede destacar los siguientes:

- Cinco espectrofotómetros de absorción atómica
- Un difractor de Rayos X
- Un espectrofotómetro ultravioleta visible
- Tres balanzas analíticas de precisión de cinco dígitos
- Un halógeno de humedad de 150° centígrados
- Horno de secado de 300° centígrados
- Desionizador de agua por intercambio iónico.
- Un dilutor
- Un autosampler
- Un fotómetro de llama
- Dos turbidímetros portátiles
- Un horno mufla
- Tres balanzas analíticas
- Una balanza de precisión
- Tres hornos de secado
- Dos placas de calefacción
- Un densímetro (densito)
- Un conductímetro
- Dos bombas de vacío
- Un destilador
- Un desionizador
- Un multímetro
- Otros.

Terraplén de acceso al Salar de Uyuni



### Estaciones meteorológicas

En esta industria, para desarrollar un trabajo efectivo, es necesario conocer las condiciones climáticas que presenta la región en la que se interviene, es por esta razón que se instalaron seis estaciones meteorológicas emplazadas en distintos sitios entre los salares de Uyuni y Coipasa. Son equipos destinados a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas y ambientales.

Estas estaciones meteorológicas, registran de manera automática el comportamiento de la temperatura, la humedad, velocidad de los vientos, precipitación pluvial y la presión atmosférica, mismas que son registradas en una memoria electrónica que regularmente son guardadas en una terminal de computación por los profesionales, responsables de esta tarea.

Desde la instalación de las estaciones meteorológicas la GNRE ha generado una base de datos, cuyo número de registros en la actualidad supera los 100 mil con los parámetros de medición mencionados anteriormente.

Esta base de datos está desarrollada en el sistema SQL (lenguaje para base de datos) con el gestor Firebird. La interface de usuario se encuentra desarrollada en C++builder 2.7 de fácil acceso.

El acopio constante del máximo número de datos sobre el estado de la atmósfera y la aplicación de las leyes de la meteorología teórica, hace posible el análisis e interpretación de estos datos para obtener deducciones prácticas que facilitan pronosticar el estado del tiempo.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
UBICACIÓN	CANTIDAD
Planta piloto, Allka Loma	1
Área de piscinas, Salar de Uyuni	2
Centro del Salar de Uyuni	1
Salar de Coipasa	2
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>

### Piscinas de evaporación

El proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia, es un emprendimiento de características únicas en nuestro país, cada salar es diferente en su composición química. Por esta razón la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) ejecuta el proyecto en base a un sistema diseñado por profesionales bolivianos y con tecnología nacional, de acuerdo a las particularidades propias del Salar de Uyuni.

El proceso de evaporación se aplica en varios países, pero ningún método es igual a otro, cada procedimiento tiene sus diferencias específicas que tienen que ver con la composición química que poseen los depósitos de cada salar y otras características.

Para el diseño y emplazamiento de las piscinas de evaporación, inicialmente se realizaron varias pruebas de ensayo en la separación de los elementos que se encuentran en las salmueras, entre ellos el Litio.

Con estos datos, el diseño de las piscinas en la fase piloto, está esbozado de la siguiente manera: piscinas de pulmones de agua, de encalado, de halita, de silvinita y finalmente de carnalita.

Las dimensiones de las actuales piscinas de la fase piloto, construidas en la gestión 2011, varían de acuerdo a las funciones que cumple cada una de ellas:

TIPO DE PISCINAS	TAMAÑO DE PISCINAS EN HECTAREAS	CANTIDAD DE PISCINAS	FUNCIÓN DE LAS PISCINAS
Pulmones de agua	0,5	2	Garantiza suministro de agua
Encalado	0,75	3	Mezcla de salmuera con lechada de cal
Halita	4	1	Separación de cloruro de sodio
Silvinita	6	3	Separación de cloruro de potasio
Carnalita	4,5	1	Separación de cloruro de magnesio
<b>TOTAL</b>	<b>15,75</b>	<b>10</b>	

Actualmente las 10 piscinas se encuentran en pleno funcionamiento dentro la fase de pilotaje con resultados satisfactorios.

A fines del 2011 se ha iniciado la construcción del Primer Módulo de piscinas industriales con una extensión de 40 hectáreas.

La estructura de las piscinas de evaporación, está diseñada considerando la capacidad de carga que pueden soportar y la función que cumple cada una de ellas, es por ello que el grosor y la altura de los diques de contención varían de acuerdo al tamaño de las piscinas. La base y paredes de las mismas están impermeabilizadas, recubiertas con geotextiles y geomembranas de alta resistencia a la radiación solar y los componentes químicos del salar.

Se tiene 5.640 metros lineales de diques cuya superficie en corte es de 34 m<sup>2</sup>, el producto de estos dos últimos da como resultado un volumen compactado global de 190.000 m<sup>3</sup> que representa un volumen de 317.000 m<sup>3</sup> de sal escarificada y transportada por 30.000 volquetas de 10 m<sup>3</sup> de capacidad, o lo que es lo mismo 30.000 viajes.

Se ha instalado una infraestructura de bombeo de salmuera que transporta este líquido a través de salmueroductos desde los pozos hasta las piscinas de evaporación.

### Equipamiento y maquinaria

La implementación de equipos y maquinaria fue una de las tareas que mereció especial atención desde el inicio del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos.

Profesionales de distintas áreas participaron en la definición de los equipos y maquinarias necesarias, que hacían urgente su implementación para desarrollar los distintos procesos que intervienen en la obtención del Carbonato de Litio y el Cloruro de Potasio.

Es así que en la primera fase se adquirió maquinaria pesada y equipos de laboratorio que se requería para esa etapa; pero a medida del avance de las obras de infraestructura como las piscinas, el encalado, pruebas de laboratorio y otros, se hacía necesario y urgente contar con maquinaria y otros equipos que el proceso requiere.

Para la fase de producción industrial los equipos deben cumplir con todas las exigencias de calidad y resistencia a las condiciones geofísicas del Salar, y es por ello que se implementan equipos y maquinarias en diferentes tiempos de acuerdo al avance e implementación de la Planta Piloto.

*Parte de las unidades de transporte adquiridas por la GNRE*



### Implementación de equipos, maquinaria y vehículos (adquiridos y en proceso)

MAQUINARIA
Palas Cargadoras
Motoniveladoras
Retroexcavadoras
Fresadoras
Vibrocompactadoras de Rodillo
Montacargas
Unidad móvil para mantenimiento
Camión basurero
Camión de 20 toneladas
Quince volquetas de 12 toneladas
Un tracto camión
Camión lowboy
Camiones cisterna de agua dulce
Un camión cisterna de agua salmuera
Un camión cisterna de diesel
Montacarga de 5 toneladas

EQUIPOS Y REACTORES
Celdas de flotación
Reactores
Tanque de almacenamiento de líquidos
Correas transportadoras
Hidrociclones
Compresoras Móviles
Filtros de presión
Bombas de salmuera
Secador flash
Dos bombas surtidoras diesel/gasolina
Celdas de reacción
Un Molino de rodillos texturados
Un Molino de jaula tipo cage mil
Filtros banda
Tanques PRF
Un incinerador
Molino de Bolas de 20 a 25 Ton/día
Chancadoras
Viscosímetro
Montadora y desmontadora electroneumática, para equipo pesado

VEHÍCULOS
Un Minibús
Dos Vagonetas
Tres Camionetas
Un Camión de Mantenimiento
Un Camión Grúa
Dos Montacargas
Un bote a motor
Un bus

CARPAS Y OTROS ACCESORIOS
Ocho tiendas (Carpas) para campamento Salar
Veinticuatro equipos de computación de escritorio
Casa móvil (Winter tipo Iglú media luna 5x7 MTS)
Campamentos móviles tipo Iglú media luna (Winters), Medidas: 3x5x7

GRUPOS GENERADORES
Seis Grupos Generadores diferentes capacidades
Un Generador a gasolina
Un Grupo electrógeno de 1000 KVA
Un Grupo electrógeno de 635 KVA

Equipo pesado adquirido por la GNRE



Conexión de tubería para agua potable

### Aducción de agua dulce e industrial para la Planta Piloto de KCl en el Salar de Uyuni

Desde que se iniciaron los diferentes trabajos de la estrategia de industrialización de los recursos evaporíticos en el Salar Uyuni, se tropezó con el problema de aprovisionamiento de agua dulce para diferentes usos.

En el sector definido para la construcción de la Planta (Llipi), no existía alguna infraestructura, mucho menos agua, es así que el proyecto comenzó de cero, en un primer momento se tuvo que superar esta dificultad con el abastecimiento del líquido elemento en turriles de plástico, trasladados por una volqueta, luego en cisternas desde la fuente de San Gerónimo a una distancia de 15 kilómetros de las instalaciones de Llipi.

Con el avance de las obras de la Planta Piloto, la construcción de las piscinas y las operaciones que todos estos trabajos conllevan, hicieron urgente el abastecimiento de mayores cantidades de agua dulce, sumándose a ello una mayor demanda para el aprovisionamiento de la Planta de KCl.

Ante estos requerimientos, se planteó la instalación de un ducto para el suministro de agua dulce desde la fuente ubicada en San Gerónimo a una distancia de 7,27 Km de la población de Río Grande. La tubería fue interconectada a la red que conduce agua hacia el campamento de Llipi hasta los tanques de almacenamiento del campamento (Allka Loma), y desde ese punto será impulsada hacia el lugar de operaciones en el salar.

La planta de industrialización de KCl para sus operaciones, requiere de mayor cantidad de agua. En el mes de noviembre se instruyó la elaboración de un cronograma de trabajo para efectivizar el tendido de tubería de HDPE Ø160mm desde el Campamento Llipi a la Planta de KCl ubicada en el Salar de Uyuni.

Hasta fines de la gestión 2011, la construcción del ducto de agua al salar alcanzó los 5 Km.

Con el objetivo de provisionar agua en mayores cantidades a la Planta de KCl, se

realizará nuevas prospecciones de fuentes de abastecimiento en la región.

Para la implementación de un proyecto de aducción de agua dulce e industrial, son necesarias diferentes aplicaciones e infraestructuras: como una red de tuberías de abastecimiento de agua para el área de operaciones en el salar.

Con la división por etapas o fases de la obra, se conseguirá implementar escalonadamente la red de abastecimiento de agua, de manera eficiente, optimizando los recursos materiales y humanos, de esta manera, garantizar los requerimientos hídricos para la producción industrial de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio.

#### Algunas referencias técnicas:

##### Primera etapa, abastecimiento de agua dulce al Campamento de Llipi

Tramo: Rio Grande – Campamento Llipi.  
Distancia = 9.489,7 metros  
Diámetro de Tubería = 160 mm.  
Caudal de llegada al cerro Allka Loma. = 3.43 Lt/Seg

##### Segunda etapa, abastecimiento de agua dulce al Salar

Tramo: Campamento Llipi – Planta de KCI Salar.  
Distancia = 15.200 metros  
Diámetro de Tubería = 160 mm.  
Porcentaje de ejecución = 35%  
Caudal de llegada calculado. = 13.816 Lt/Seg.

Ducto de agua potable conectado desde los tanques de almacenamiento de Llipi



#### Evacuación de aguas industriales desde la planta de KCI

Evacuar las aguas industriales de la Planta de KCI  
Distancia = 15,9 Km.  
Diámetro (a dimensionar 315 mm ó 160 mm).

#### Tercera etapa, captación de agua dulce

Incrementar el caudal de agua dulce hacia el campamento.  
Implementar una estación de bombeo de agua en el lugar de emplazamiento.  
Construir depósito de agua.  
Distancia del ducto = 7,27 Km.  
Diámetro (a dimensionar 315 mm ó 160 mm)

#### Cuarta etapa, captación de agua salobre

Abastecer agua salobre de uso industrial a la planta de Carbonato de Litio.  
Realizar obras de captación.  
Alternativa I (Tramo Directo).  
Distancia del ducto = 19,9 Km.  
Alternativa II (Pasar por cerro Alca loma).  
Distancia del ducto = 29,25 Km.  
Diámetro (a dimensionar 315 mm ó 160 mm)

#### Quinta etapa, captación agua dulce desde Calcha K

Incrementar el caudal de agua dulce hacia el campamento y salar.  
Implementar obras de captación de agua en el lugar.  
Distancia del ducto = 36,1 Km.  
Diámetro (a dimensionar 315 mm ó 160 mm).

En la actualidad, el área de hidráulica de la GNRE, trabaja bajo la dirección de un

equipo técnico, quienes efectivizan el avance de diversos trabajos. El personal que participa de este equipo está constituido por profesionales de diferentes áreas, a la fecha se efectúa el trabajo de tendido de tuberías de HDPE hacia el salar con un avance de 5.697,9 metros.

#### Sistema de seguimiento y control

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos ha desarrollado un nuevo sistema informático de acuerdo a los requerimientos y características administrativas y operativas del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos que se ejecuta en el Salar de Uyuni.

Este sistema contribuye a una gestión más transparente y ágil, superando demoras o extravíos de los procesos administrativos. En algunos casos los flujos de información sufren retrasos o sencillamente no pueden ser ubicados, con el nuevo programa estas dificultades han sido superadas y permite a la GNRE hacer un seguimiento y control preciso de todo el curso que ha seguido un determinado proceso, además tiene la posibilidad de entregar reportes actualizados de fechas y derivaciones, remitente, cite, instructivo y otras referencias.

El sistema desarrollado permite el análisis, diseño, implantación e implementación de un procedimiento de seguimiento y control de los procesos de contratación directa de bienes, obras y servicios.

Esta herramienta entrega información permanente y sirve a la gestión administrativa y operacional para un control en línea.

### Nuevos avances en la investigación

Al finalizar la gestión 2011, nuestro equipo de Investigación y Desarrollo ha conseguido efectivizar nuevos avances en sus indagaciones y ensayos de laboratorio.

Entre los resultados que podemos destacar están:

- La obtención de Hidróxido de Litio (LiOH) grado batería, utilizado como precursor para la producción de Litio metálico.

- Investigación concluida para la obtención de Sulfato de Litio (Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Trabajo continuo en las piscinas de evaporación con el tratamiento de encalado.
- Continuación del estudio geológico en el Salar de Coipasa, que servirá de base para los trabajos conjuntos entre la GNRE-COMIBOL y la empresa china CITIC GOUAN, según convenio suscrito.

Análisis de laboratorio con el espectrofómeto de absorción atómica



### 5. SITUACIÓN ACTUAL

La Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, busca constituirse en uno de los principales pilares de la economía nacional a partir de la producción industrial definida.

Actualmente la Fase I, cuya principal meta fue la implementación de la Planta Piloto, se encuentra en su etapa final con el inicio de la producción piloto de Cloruro de Potasio y posteriormente con la producción de Carbonato de Litio.

En este momento, la Estrategia se encuentra en pleno proceso de transición hacia la

Fase II (producción industrial), cuyo financiamiento está garantizado por el contrato firmado con el Banco Central de Bolivia (BCB) por 113 millones de dólares y por la Ley Financial 2012 del Presupuesto General del Estado, en la que se aprueba un presupuesto de Bs 5.332.050.000.- también con fuente BCB.

La GNRE, atraviesa una readequación administrativa, debido al cambio de procedencia de los recursos, ya que para la Fase I se trabajó con recursos propios de la COMIBOL y ahora se cuenta con presupuesto del crédito del BCB.

Recorrido del Presidente Evo Morales por las instalaciones de la Planta Piloto





Exposición ante comunidades por personal de la GNRE

## 6. UNA GESTIÓN TRANSPARENTE

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), desarrolla una gestión bajo los principios de honestidad, transparencia y compromiso en la construcción del nuevo Estado Plurinacional de Bolivia, lo que implica una observación muy rigurosa en los procesos administrativos, cuidando ante todo el cumplimiento de la normativa legal que establece nuestro ente matriz, la COMIBOL.

Para conseguir los resultados positivos en la lucha contra la corrupción, la GNRE hace partícipes a los sectores sociales involucrados en el proyecto, para vigilar el cumplimiento de los preceptos constitucionales y recuperar los valores de nuestros pueblos como el “Ama sua, Ama llulla y Ama quella”, (no seas mentiroso, no seas ladrón y no seas flojo).

En este propósito la GNRE ha realizado informes públicos en las comunidades a solicitud de las organizaciones sociales del

Sud oeste de Potosí, como también en las Audiencias Públicas de Rendición de Cuentas realizadas en la ciudad de La Paz y Potosí a convocatoria de la Unidad de Transparencia de la COMIBOL.

En estas audiencias públicas, la población de las comunidades tiene la oportunidad de conocer e informarse sobre el proyecto de industrialización, ellos participan de manera directa con preguntas que son explicadas por técnicos asignados a esta tarea, corroborando documentalmente la administración presupuestaria, aspectos técnicos y operativos.

La GNRE asume los principios ético-morales del Servidor Público como un proceso de revalorización de la administración estatal y los valores establecidos en la Constitución Política del Estado; por tanto, la ética pública no es una norma de cumplimiento, es el convencimiento de un ejercicio permanente de compromiso con el pueblo boliviano.

## 7. DIFICULTADES ENFRENTADAS

El Gobierno Plurinacional de Bolivia a la cabeza del Presidente Evo Morales, implementa una estrategia 100% estatal para la explotación e industrialización de los recursos evaporíticos, con la firme decisión de hacer respetar la soberanía nacional sobre este recurso tan importante como es el Litio.

Sin embargo, se presentaron algunas dificultades que provocaron un retraso, mas no la paralización de los trabajos, empezando por una lluvia que superó todo registro de los últimos años, la intensa nevada caída en el invierno y bloqueos de carreteras por varias semanas por conflictos regionales en el Sudoeste potosino, en el

Departamento de Potosí, Oruro y también La Paz.

Los conflictos por límites, las demandas de los propietarios de autos sin papeles y muchas otras movilizaciones han impedido el normal desarrollo de nuestras actividades y de las empresas contratistas del proyecto.

En el 2011, la prensa nacional hizo referencia en distintos momentos a la intensidad de la precipitación pluvial que azotó al salar de Uyuni provocando una inundación que casi alcanzó el nivel de un metro de altura, complicando las actividades en la Planta Piloto durante poco menos de 8 meses.

Ingreso al Salar en bote por inundación



El invierno andino presenta temperaturas inferiores a los 10 grados bajo cero, y además trae consigo intensas nevadas, como la que se presentó en julio de 2011 produciendo retrasos en nuestras labores programadas.

El 2011 fue un año de muchas movilizaciones, paros y bloqueos realizados en distintos lugares del territorio nacional. Algunas de estas movilizaciones sociales se prolongaron por semanas enteras.

Los prolongados bloqueos perjudicaron a muchos sectores y desde luego al emprendimiento de la GNRE, que se vio

imposibilitada de trasladar equipos, materiales e insumos (combustible, alimentos y otros).

Pese a estas contingencias, la GNRE continuó trabajando, si bien se produjo un retraso en las actividades programadas, las labores no se detuvieron en momento alguno.

El incumplimiento de los proveedores en la entrega de equipos, maquinaria e insumos en el tiempo previsto, fue otro de los hechos que se manifestó en la implementación del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.

Trabajos en terraplén afectado por inundación



ANÁLISIS DE MERCADO DEL CLORURO DE POTASIO

*Planta Piloto de Llipi*

## 8. ANÁLISIS DE MERCADO DEL CLORURO DE POTASIO

### El Cloruro de Potasio

El Cloruro de Potasio es un fertilizante inorgánico de origen mineral natural (kainita, carnalita y silvita). Es un fertilizante ampliamente utilizado en aplicación directa al suelo, en forma de mezclas físicas y en la preparación de soluciones fertilizantes.

El Cloruro de Potasio (KCl) también conocido como Muriato de Potasio (MOP) es la fuente de fertilización más usada en el mundo. El contenido de Potasio se expresa como equivalente de  $K_2O$  (Óxido de Potasio) o Potasa, el KCl es un fertilizante inorgánico que se obtiene de diversos minerales tales como:

a) Silvinita: Mineral compuesto principalmente de Cloruro de Potasio

(KCl) y Cloruro de Sodio (NaCl), con un contenido de 20% a 30% de  $K_2O$ .

b) Silvita: Mineral compuesto principalmente de Cloruro de Potasio (KCl), con un contenido de 63% de  $K_2O$ .

c) Kainita: Mineral compuesto por Cloruro de Potasio (KCl) y Sulfato de Magnesio ( $MgSO_4$ ), con un contenido de 12% a 16% de  $K_2O$ .

d) Carnalita: Mineral compuesto principalmente de Dicloruro de Magnesio ( $MgCl_2$ ) y Cloruro de Potasio, con un contenido de 9% a 10% de  $K_2O$ .

### Características físicas y químicas del Cloruro de Potasio

El Potasio es esencial para el crecimiento vegetal, las cantidades de Potasio absorbidas por los cultivos son tan grandes como las del nitrógeno y en algunos cultivos mucho mayor como la soja o el banano. Las plantas absorben el Potasio como ión y su función es en la

mayoría de los procesos vitales de la planta. Su rol en el crecimiento de los vegetales es múltiple; es el catión más importante, no solo respecto a su alto contenido en los frutos, sino también respecto a sus funciones bioquímicas y fisiológicas tales como:

- a) Activación de enzimas
- b) Crecimiento y división celular en tejidos jóvenes
- c) Síntesis de carbohidratos, proteínas y aceites
- d) Transporte de azúcares a través del floema como fuente de energía
- e) Uso del agua, la absorción de agua por las raíces y regulación de la transpiración
- f) Mayor tolerancia a condiciones estresantes debido a la sequía, salinidad, heladas y enfermedades
- g) Regulador de los balances iónicos en la planta.

Su efecto se conoce desde hace tiempo, y es uno de los nutrientes más importantes junto con el nitrógeno y el fósforo. La fertilización

potásica comenzó cuando Justus V. Liebig (1803 - 1873, alemán co-fundador de la industria de agro-químicos BAG), descubrió que las plantas necesitaban en diferentes proporciones y cantidades, nutrientes tales como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, para crear biomasa. La deficiencia de Potasio es reconocida como un importante factor limitante de la producción de cultivos.

La mayor parte del Potasio (95%) explotado en el mundo como recurso mineral se utiliza como fertilizante en agricultura, ya sea directamente como Potasio o mezclada con otros nutrientes esenciales, como Nitrógeno y el Fósforo.

En cuanto a la producción de KCl, existe una alta integración vertical entre los productores potásicos y las fábricas de fertilizantes, y como el resto de los actores económicos del mundo, no ha sido inmune a los procesos de consolidación y fusión característicos de la globalización.

<b>Nombre Químico</b>	Cloruro de Potasio
<b>Otros Nombres</b>	Potasa, Muriato de Potasa, Muriato de Potasio, Monocloruro de Potasio, o Sales de Potasa
<b>Fórmula Química</b>	KCl
<b>Peso Molecular (g/mol)</b>	74.60
<b>Contenido de Potasio Total (K<sub>2</sub>O)</b>	60% de Óxido de Potasio
<b>Presentación Física</b>	Gránulos esféricos, cristales de color blanco o café
<b>Tamaño de partícula</b>	1.2 a 4.5 mm
<b>Solubilidad en agua, a 20° C (100 g/100 ml)</b>	34.20 g/100 ml de agua
<b>PH en solución al 10%</b>	5.4 – 10 Unidades
<b>Densidad Aparente (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	1,025 – 1,200 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Índice de Salinidad</b>	116.3
<b>Humedad Relativa Crítica (a 30° C)</b>	84.0%
<b>Acidez equivalente a Carbonato de Calcio</b>	Neutro

Registro de datos en estación meteorológica



En Latinoamérica se destaca Brasil como el gran consumidor y productor de fertilizantes potásicos. Es el tercer mercado mundial y tercer importador, con el 12% de las importaciones, después de EEUU (23% del total de importaciones), y China con el 15 %. Chile, es el otro gran productor latinoamericano de Potasio, además de Cloruro de Potasio, es el primer productor y exportador de Nitrato de Potasio, que lo produce a partir de sus reservas de Nitrato de Sodio natural.

### Explotación del Cloruro de Potasio

La principal fuente de Potasio se extrae a partir de los evaporíticos (salares). Las evaporitas son rocas sedimentarias de origen químico, formadas por precipitación química directa de los componentes minerales. Suelen formarse a partir del agua de mar, en salares, lagos salados, o en regiones desérticas que se inundan esporádicamente.

Se originan, como consecuencia de la evaporación de aguas conteniendo abundantes sales en disolución. Al alcanzarse, por evaporación, el nivel de saturación en las sales correspondientes, se produce la precipitación del mineral que forma ese compuesto. A menudo se producen precipitaciones sucesivas, en un primer momento precipitan las sales menos solubles, y cuando aumenta la evaporación van precipitando las más solubles.

Los procesos industriales requeridos para su obtención son cristalización, molienda, flotación. Las normas comerciales exigen al menos 60% de pureza. Chile y Brasil son los únicos países de Latinoamérica con capacidad de producción comercial, de 650 y 600 mil toneladas por año de KCl. Argentina tiene amplias reservas y posee un proyecto de explotación industrial, hoy en proceso de implementación.

Maquinaria pesada atravesando el Salar de Uyuni



Nuestro país tiene una de las reservas más importantes en el mundo concentrada en el Salar de Uyuni (2.000 millones de toneladas), sin considerar los salares de Coipasa, Empexa y otros salares menores.

En el Salar de Uyuni, el Cloruro de Potasio se obtiene de la silvinita extraída de la concentración de salmuera.

### Métodos de explotación del KCl

La explotación del Cloruro de Potasio se define de acuerdo a las características geológicas en las que se encuentra este recurso, tradicionalmente se ha definido tres principales métodos para extraer el potasio:

- Los cuartos y columnas bajo tierra
- La minería bajo tierra
- Las salmueras en salares.

Sin embargo cada forma de explotación tiene sus costos en tiempo y presupuesto, siendo factores determinantes que influirán en la capacidad de producción y oferta de este producto.

Esquema básico de obtención del cloruro de potasio en el Salar de Uyuni:

### Aplicaciones del Cloruro de Potasio

El Cloruro de Potasio (KCl) se produce en una variada granulometría según sea su uso final, ya sea como fertilizante o de aplicación industrial. Entre éstos se destacan usos muy variados, tales como floculante en pozos petrolíferos, mezclas ignífugas

en matafuegos o complemento dietario en las sales de bajo contenido de sodio para consumo humano, entre las aplicaciones más usuales se pueden destacar:

- Fabricación de fertilizantes
- Como reactivo químico es utilizado en la manufactura de hidróxido de potasio y potasio metálico
- En la medicina (en casos de diarrea, vómitos y en el postquirúrgico del aparato digestivo)
- En aplicaciones científicas
- En la industria de cerámicos
- En procesamiento de alimentos
- En algunos países se utiliza en ejecuciones judiciales a través de inyección letal.

### Demanda del Cloruro de Potasio

En el escenario internacional se manifiesta una mejora de la demanda de fertilizantes en niveles moderados, que se traduce de manera general en una recuperación de la oferta-demanda, que permitirá mejorar los precios de los distintos fertilizantes, especialmente en los del Cloruro de Potasio, que podría prolongarse en los próximos años.

El conglomerado canadiense Canpotex (el principal a escala mundial y que agrupa a Potash Corp, Agrium y Mosaic) y la china Sinofert (la compañía más importante de fertilizantes de dicho país) firmaron un acuerdo para el suministro de Potasio durante

el primer semestre del 2011, a precios similares a los establecidos para las nuevas importaciones de Potasio a China.

Se estima que estos aumentos de precios en China mejorarán con respecto a los del 2011, los que se mantuvieron entre \$us. 350 y \$us 375 por tonelada, es el primero en concretarse del Memorándum de Entendimiento firmado entre las partes (Canpotex y Sinofert) para la entrega de 3,15 millones de toneladas de Potasio hasta el 2013, con negociación de precios cada seis meses. Para otros mercados en Asia y Latinoamérica, los precios acordados por Canpotex están alcanzando hasta \$us 450 y \$us 475 por tonelada.

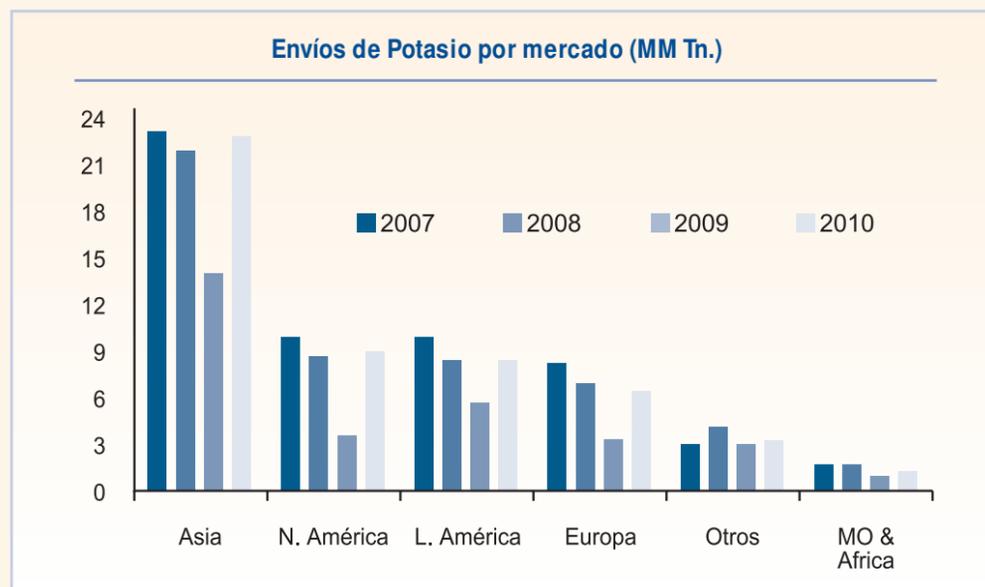
De igual forma, a inicios de 2011, la empresa Uralkali de Rusia junto al bielorruso Belaruskali (segundo conglomerado a nivel mundial) firmaron otro acuerdo con el importador

chino de fertilizantes Sinochem y CNAMPGC para suministrar 600 mil toneladas a \$us 400 por tonelada.

Esta información es confirmada por el reporte de "Economy of Belarus", en la que se destaca que "la Empresa Potásica de Belarús suministrará a China 600 mil toneladas de Cloruro de Potasio por un importe de \$us 400 por tonelada".

Los acuerdos firmados influyen en el proceso de impulsar el mercado de Potasio mundial. El exportador principal de los abonos de Potasio y los importadores más grandes de China mostraron de nuevo que para las actividades de consumidores, para el sector de fertilizantes en general y para la agricultura, son muy importantes la comprensión mutua y las relaciones de socios entre los productores e importadores de fertilizantes de Potasio.

**Demanda mundial de Potasio (MM Tn.)**



Fuente: Arab Potash

**Principales países importadores de Cloruro de Potasio**

Muchos son los países que importan Cloruro de Potasio, especialmente aquellos que tienen gran demanda por el desarrollo de su agricultura con producciones a escala industrial, otro de los factores para el

crecimiento de la demanda de este producto (KCl), es la producción del bio-diesel. Entre los países con mayor demanda de Cloruro de Potasio están:

Países	Importe de las importaciones	Evolución de las importaciones
1 - Estados Unidos	4.002 M USD	132,2 %
2 - Brasil	3.828 M USD	155,2 %
3 - China	2.831 M USD	23,8 %
4 - India	2.480 M USD	262,6 %
5 - Malasia	917 M USD	116,0 %

Fuente: Portal Smart Export.

*Carguo de sales para construcción de diques*



Los países con mayor demanda de fertilizantes son China, EE.UU., India y Brasil, dependen para su producción agrícola de un número limitado de países productores.

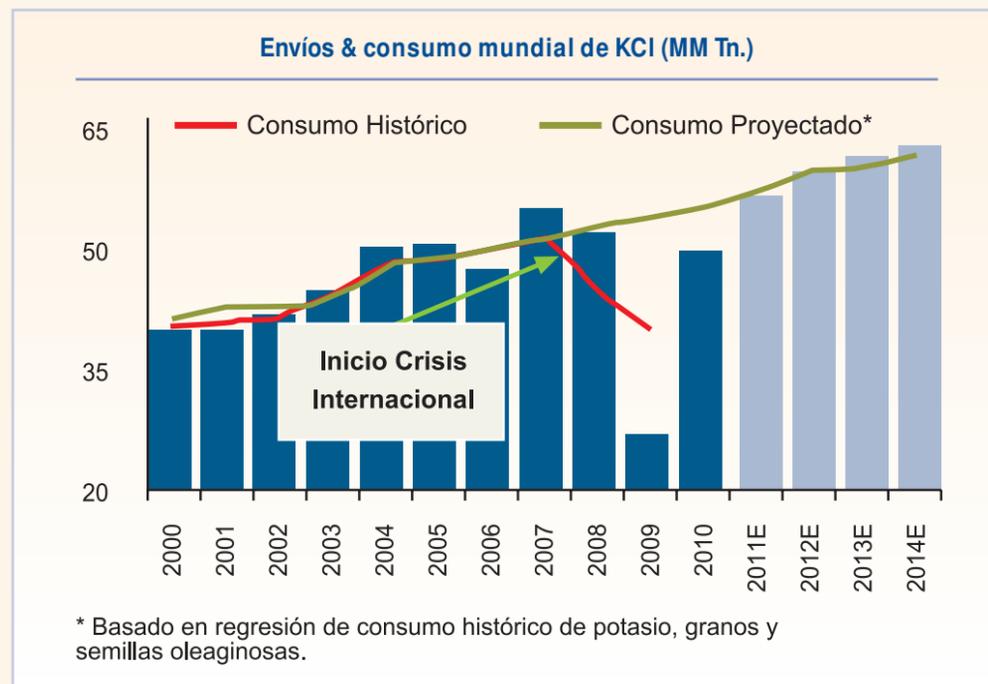
China (mayor productor de arroz, trigo) es el cuarto productor de Potasio y tiene problemas significativos de las tierras cultivables y el agua cubre sólo la cuarta parte de sus necesidades con su producción de potasa.

Los EE.UU. (líder en la producción de maíz, soya, trigo), Brasil (soja, maíz, caña de azúcar), sus importaciones llegan 90% del Potasio que consumen, y la India (con arroz y trigo), importa el 100% de la potasa que utiliza para alimentar a millones de personas.

El Potasio no es escaso, pero se produce en pocos lugares del mundo, principalmente en Canadá, Rusia y Bielorrusia, a este grupo de países que tiene una industria desarrollada para la provisión de este recurso, en los últimos años también se van incorporando otros países de la región como es el caso de Chile y proyectos como los de Argentina y Bolivia.

De manera general se observa un incremento en la demanda mundial por fertilizantes potásicos, que va de la mano de un mayor dinamismo en las economías desarrolladas y un elevado crecimiento esperado en las regiones más pobladas del mundo.

Consumo mundial de KCl (MM Ton.)

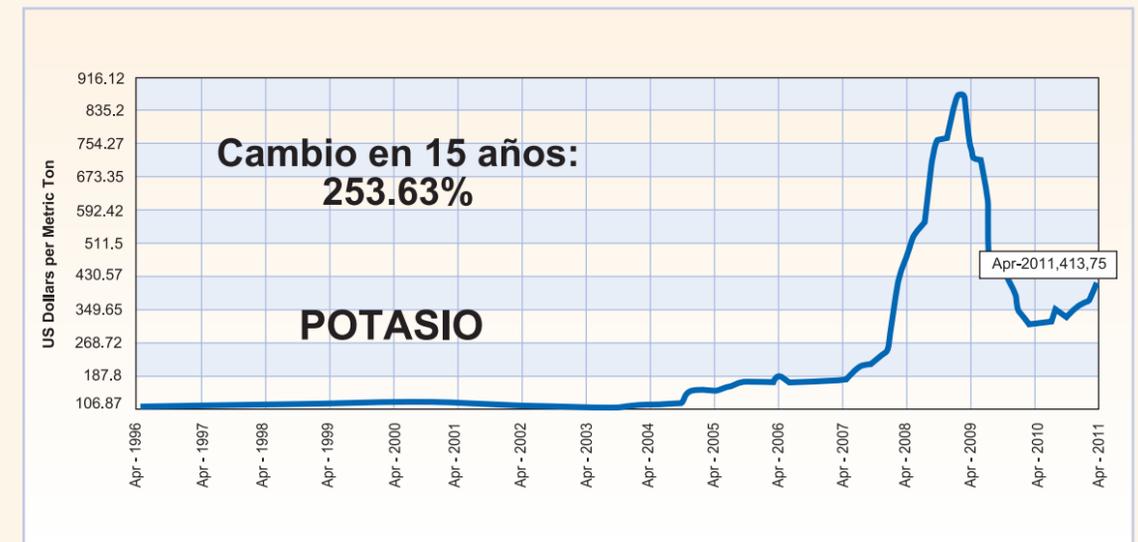


Fuente: fertecon, PotashCorp

Oferta del Cloruro de Potasio

Según IFA (International Fertilizer Industry Association), existen numerosos proyectos de Potasio en más de 20 países, pero sólo un pequeño número se llevará a cabo durante los próximos 5 años. Se espera que la capacidad de producción de Potasio aumente de 40 millones de toneladas en 2008 a 54 millones de toneladas en 2013. Esta capacidad adicional vendrá en su mayoría de Canadá, Rusia y China, y en menor medida de Asia occidental y América Latina.

Hay que tener en cuenta que las importaciones de fertilizantes de China han aumentado sustancialmente debido a dos motivos: primero, las importaciones de fertilizantes de China disminuyeron en gran medida en 2009 por el impacto de la crisis financiera internacional; por otra parte, la demanda interna de fertilizantes es muy fuerte. En China, la temporada de labranza de primavera de marzo a mayo de cada año es el período del mayor consumo de fertilizantes, que representa el 70% del uso anual total de fertilizantes.



Fuente: "Perspectivas del Mercado Mundial de Alimentos". Joaquín Arias Segura, PhD, Especialista del Centro de Análisis Estratégico para la Agricultura (CAESPA)

El precio es el resultado de las negociaciones directas entre consumidores y productores. Por ello el precio del Potasio ha mejorado recuperándose en los últimos meses del 2011, reflejando un mayor dinamismo de la demanda y la oferta.

En la década del '90 el precio del Potasio se estancó en un nivel de precio entre 130 y 160 dólares de 1991 a 2003, elevándose a más de \$us 1.000 en 2008 antes de caer a 350 dólares durante la crisis. Hoy en día el precio del Potasio es el resultado de un enfrentamiento entre los grandes consumidores (China e India) y los productores (Canadá y Rusia). China ha firmado con un productor de Belarús en \$us 350 por tonelada de Potasio, y la India con los productores canadienses a \$us 370 por tonelada.

Factores como el incremento de la población, la pérdida de tierras agrícolas, los problemas del agua y el cambio climático entre otros,

son el motor que estimula el crecimiento de la producción de Potasio, impulsando el interés de los grupos productores más importantes como China, India y Brasil que producen Potasio.

La producción mundial de fertilizantes superará la demanda dentro de cinco años y permitirá mayores niveles de producción de alimentos y biocombustibles, según las previsiones anunciadas por la FAO en un nuevo informe titulado "Tendencias y perspectivas mundiales de los fertilizantes hasta 2011/2012".

En el mencionado informe se estima que el suministro mundial de fertilizantes (Nitrógeno, Fosfato y Potasio), se incrementará en 34 millones de toneladas, con un crecimiento anual desde el 3 por ciento entre 2011/12, lo que permitirá cubrir sobradamente el aumento previsto de la demanda del 1,9 por ciento anual.

Trabajos de impermeabilización de piscinas de evaporación



Escarificado y carguo de sal

**Proyecciones de producción de KCl por la GNRE**

De acuerdo al diseño de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio que se implementa en el Salar de Uyuni, se tiene proyectado comenzar con la producción de KCl en la presente gestión a escala semi industrial de

200 a 1.000 toneladas por mes, a partir del 2016 se tiene previsto producir 200.000 Ton/año, aumentando su capacidad productiva en los siguientes años como se puede ver en el siguiente cuadro.

PRODUCTO	2016	2017	2018	2019	2020
Prod./TM KCl	200.000	500.000	700.000	700.000	700.000
Producción relativa KCl	28,5%	71,4%	100%	100%	100%

Fuente: GNRE-COMIBOL.

Bolivia no es el único país con proyectos para la producción de Cloruro de Potasio, en Argentina también se desarrollan proyectos de similares características asumidas por emprendimientos empresariales privados, lo que hace prever que a partir del 2012 se generará un nuevo escenario en el mapa de oferta de KCl en la región.

### Reserva de KCl en el Salar de Uyuni

De acuerdo a las primeras investigaciones realizadas por la ORSTOM actual IRD (L'Institut de Recherche pour le Développement), en convenio con la Universidad Mayor de San Andrés, en su informe señala que debajo de la costra hay sedimentos lacustres impermeables con una porosidad media de 50%, también rellena con una salmuera intersticial, el

nivel de la salmuera dentro de la costra sube y baja según la estación, esta costra de sal proviene de la evaporación de hace 10.000 años, de un antiguo lago salado identificado a ese momento como el lago Tauca.

Como resultado de las investigaciones realizadas por la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, después de más de 43 perforaciones realizadas en diferentes áreas del Salar y a variada profundidad, se establece una reserva de 2.000 millones de toneladas sólo en el Salar de Uyuni, sin considerar los otros reservorios como el Salar de Empexa y el Salar de Coipasa.

Una vez concluido el montaje de la Planta Piloto y las respectivas pruebas de ajuste, el 2012 se comenzará con la producción de KCl a escala semi-industrial.

ELEMENTO	Reservas en Millones de Toneladas Métricas	Millones de Toneladas Métricas de Producto Transformado de KCl	Precio promedio en dólares por Tonelada Métrica de Producto Transformado
<b>POTASIO</b>	<b>2.000</b>	<b>3.700</b>	<b>435,27*</b>

Recuperando el 80% en el proceso metalúrgico.

Fuente: GNRE-COMIBOL.

\*- Precio promedio de KCl 2011.

Operación de válvula de Salmueroducto



### Reservas globales estimadas de Potasio

Las estimaciones de las reservas mundiales de Cloruro de Potasio alcanzan los 250 mil millones de toneladas. Los países con mayor reserva de minerales de potasio se describen en el siguiente cuadro:

PAIS	RESERVAS DE KCl EN MM/T
EE.UU	130
Bielorrusia	750
Brasil	300
Canadá	4,400
Chile	70
China	210
Alemania	150
Israel	40
Jordania	40
Rusia	3,300
España	20
Ucrania	25
Reino Unido	22
Otros	50

Fuente: Mineral COMMODITI SUMMARIES 2011

### Bolivia y sus reservas de KCl

Existen pocas zonas en el mundo con depósitos de Potasio de clase mundial, aunque muchos proyectos relativamente de gran escala, están en diferentes etapas de exploración y desarrollo como es el caso de Argentina, Bolivia, México y otros.

Según los estudios realizado por la GNRE se ha podido establecer que el Salar de Uyuni posee una reserva de 2.000 millones de

toneladas de Potasio que representan más de 3.700 millones de toneladas de Cloruro de Potasio (KCl).

El Salar de Coipasa podría alcanzar una reserva de al menos 6 millones de toneladas de KCl.

Estos datos muestran que Bolivia tendría detrás de Canadá la mayor reserva de Potasio del mundo.



Inspección del Sr. Vicepresidente, Álvaro García Linera al laboratorio de la Planta Piloto de Llipi

### Evolución de los precios del Cloruro de Potasio

La evolución de los precios del Cloruro de Potasio está sujeta al mercado internacional determinado por la oferta y demanda de los países productores y consumidores. De acuerdo a este comportamiento, el precio está sujeto a significativas incertidumbres y contingencias económicas de los grandes productores y de mercados; por lo que la evolución o comportamiento de los precios del KCl se desarrolla en fluctuaciones que en algunos años presentan fuertes ascensos en sus precios y en otros, bajas considerables, determinados por los actores económicos del sector.

Sin embargo, pese a este comportamiento, la evolución de los precios presenta una tendencia al alza por factores socio-económicos que se presentan a nivel global como:

- El acelerado incremento de la población mundial, exige mayor cantidad de producción de alimentos.
- Agotamiento y desertización de tierras como consecuencia del cultivo intensivo a escala industrial.

- El cambio de factores climáticos (efecto invernadero).

Son algunos de los factores que inciden en una mayor demanda del Cloruro de Potasio para compensar las pérdidas y mejorar el rendimiento en la producción de alimentos.

La mayor parte del potasio (95%) explotado en el mundo como recurso mineral se utiliza

como fertilizante en la agricultura, ya sea directamente como potasio o combinado con otros nutrientes esenciales.

Como consecuencia de los antecedentes señalados, y haciendo un corte desde 2007, se puede afirmar que la evolución de los precios de Cloruro de Potasio tiene un leve ascenso en relación a la anterior gestión, como se puede ver en el siguiente cuadro:

MESES	2007		2008		2009		2010		2011	
	PRECIOS	VARIACIÓN								
Enero	175	0,00%	273	13,75%	853	10,44%	354	-11,18%	368	3,81%
Febrero	175	0,00%	385	41,03%	873	2,27%	335	-5,47%	375	2,04%
Marzo	177	1,07%	445	15,58%	870	-0,29%	313	-6,72%	380	1,33%
Abril	178	0,35%	478	7,33%	745	-14,37%	314	0,60%	414	8,88%
Mayo	180	1,41%	518	8,52%	718	-3,69%	315	0,20%	418	1,11%
Junio	197	9,38%	538	3,70%	718	0,00%	319	1,27%	436	4,22%
Julio	203	3,17%	560	4,19%	656	-8,64%	320	0,31%	461	5,79%
Agosto	213	4,62%	640	14,29%	433	-34,02%	345	7,81%	483	4,61%
Septiembre	213	0,00%	705	10,16%	433	0,00%	338	-2,17%	470	2,59%
Octubre	220	3,52%	763	8,16%	435	0,58%	335	-0,74%	470	0,00%
Noviembre	233	5,68%	765	0,33%	435	0,00%	341	1,68%	474	0,85%
Diciembre	240	3,23%	773	0,98%	399	-8,28%	354	3,93%	475	0,21%
Precio Promedio Anual	200	0,03%	570	0,11%	630	-0,05%	332	-0,01%	427	0,02%

**Descripción:** Cloruro de Potasio, grado standard, spot, f.o.b. Vancouver

**Unidad:** Dólares americanos por tonelada métrica

**Fuente:** Reporte Index-Mundi.

Como podemos apreciar los precios del Cloruro de Potasio se han recuperado después de una caída de 47% en su cotización el año 2010, respecto al 2009. Los datos del 2011 reflejan un incremento de 31,2% respecto al año anterior y marcan una tendencia a un alza sostenida como se aprecia desde el mes de septiembre y cierra el año con una cotización de \$us 475 por tonelada.

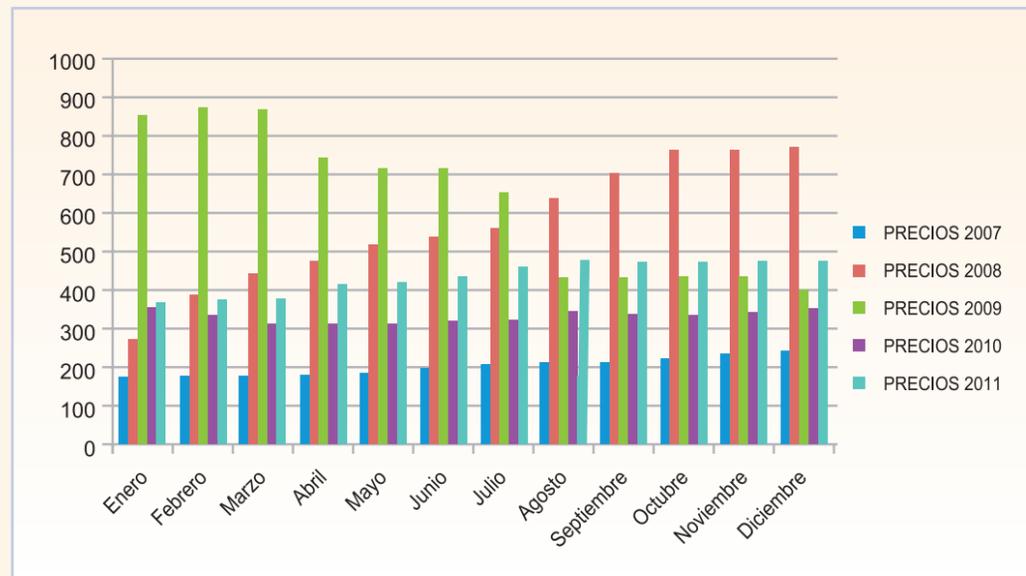
La situación actual por la que atraviesan los principales mercados, evidencia una recuperación tras la crisis que afectó en los años anteriores a 2008-2009. Por otra parte, las proyecciones alimentan positivas perspectivas de crecimiento en los mercados, con consecuencias directas en los resultados de las compañías productoras del sector, dependiendo de la calidad, costo y las ventajas competitivas.

Los principales fundamentos o causas, que están detrás del crecimiento de la demanda por fertilizantes no han cambiado en los últimos años, a pesar de la crisis que afectó fuertemente al sector.

Por otra parte, otro factor de crecimiento de la demanda de Cloruro de Potasio, es la cada vez mayor necesidad de alimentación de calidad de la población global, en especial, en países que han venido incrementando consistentemente sus niveles de ingreso y alcanzando mejores condiciones de vida, como es el caso de China, India y Brasil.

A pesar de las perspectivas de alzas moderadas en los siguientes años, no se descarta ver precios del KCl en los niveles que alcanzó durante la crisis alimentaria pasada (2008-2009), cuando se aproximó en algunos mercados a los US\$ 900 por tonelada como se puede ver en la siguiente gráfica.

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DEL KCl EN \$US./TM



Fuente: Elaboración GNRE.



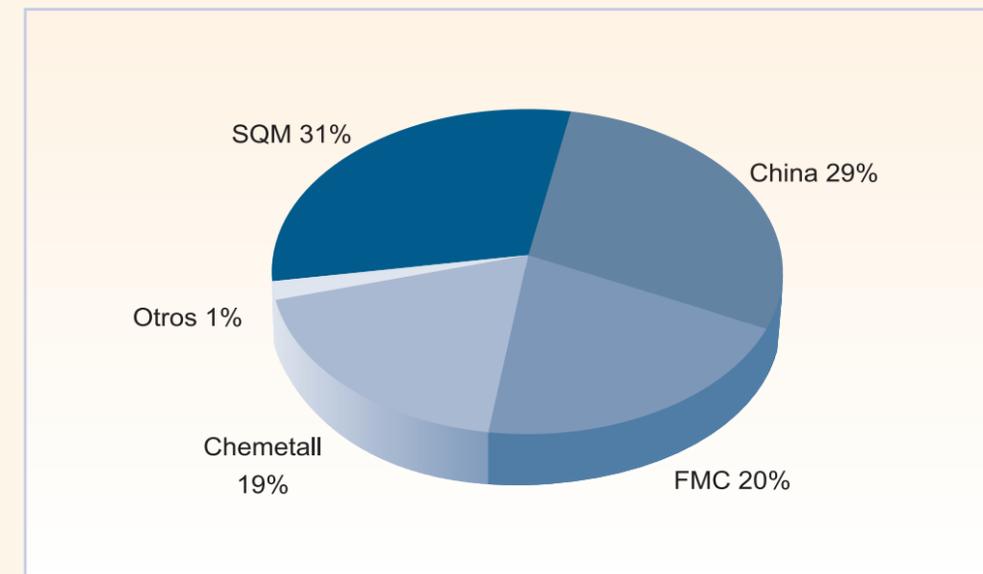
## 9. ANÁLISIS DEL MERCADO DEL LITIO

LA GNRE inició la producción de carbonato de litio en 2009, a nivel laboratorio, a partir de ese momento el proceso que desarrolló el equipo de profesionales bolivianos ha puesto a nuestro país en una posición de privilegio en el ámbito internacional considerando que somos propietarios de la mayor reserva a nivel mundial de este elemento.

El proceso productivo se origina a partir de las salmueras extraídas del Salar de Uyuni, las cuales, son posteriormente procesadas para producir Carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) en nuestra planta ubicada en Llipi.

Desde su creación la GNRE ha generado mucha expectativa a nivel mundial y llegará, en un plazo no mayor a cinco años, a ser el segundo productor a nivel mundial del negocio del Litio.

### PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DEL LITIO



Fuente: SQM, FIT CdB

## Principales usos del Litio

El litio es un metal de la familia de los alcalinos y dada su versatilidad como elemento es utilizado en diversas aplicaciones. Además, se puede utilizar en distintos procesos productivos para mejorar el uso eficiente de energía y escasez de materias primas.

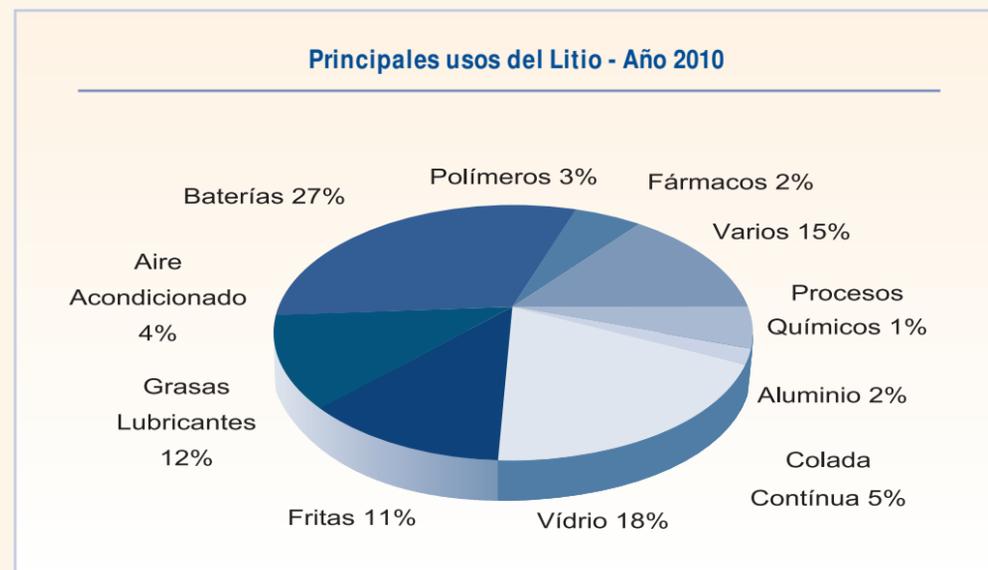
Las principales propiedades que hacen único a este elemento son:

- Ser el elemento sólido más liviano en temperatura ambiente.
- Tener un bajo coeficiente de expansión térmica.
- Tener un elevado potencial electroquímico y baja densidad.

- Ser el sólido que posee la mayor capacidad calórica.

En forma de carbonato e Hidróxido de Litio, es la materia prima ideal para la producción de baterías secundarias (recargables). Debido a su elevado potencial electroquímico y su baja densidad, el litio se usa como material de fabricación de cátodo en baterías secundarias y como material ánodo en baterías primarias (no recargables). Las baterías que utilizan Litio tienen mayor densidad energética, lo que les permite almacenar más energía por unidad de peso y volumen.

### PRINCIPALES USOS DEL LITIO



Fuente: SQM, FIT CdB

El Litio, por ser el sólido que posee la mayor capacidad calórica, es un elemento excelente para ser usado en aplicaciones que involucran transferencia de calor - como en la fabricación de vidrio cerámico - utilizado en encimeras de cocina. En este tipo de vidrio, el Litio presenta como principal ventaja la mayor dureza que otorga y, al mismo tiempo, una mejora en la apariencia del vidrio.

Por tener un bajo coeficiente de expansión térmica, el Litio permite que los vidrios y fritas (recubrimientos cerámicos) sean más resistentes a altas temperaturas y cambios bruscos de temperatura. El metal disminuye los puntos de fusión de los materiales durante su proceso productivo, lo que se traduce en un ahorro energético y en menores costos productivos para los fabricantes. Por otro lado, la adición de litio mejora algunas propiedades físicas y mecánicas, tales como dureza, brillo y mayor resistencia a los agentes químicos. Además de los usos tradicionales, el Litio también tiene un interesante potencial en la industria espacial y aeronáutica, considerando que es el elemento metálico más liviano que existe. Por ejemplo, las aleaciones de Aluminio-Litio permiten bajar el peso del avión y por lo tanto aumentar su eficiencia.

Desde hace unos años se está desarrollando tecnologías en base de Litio para la industria automotriz. Las compañías

automovilísticas continúan avanzando en sus programas de desarrollo de automóviles híbridos y eléctricos, que utilizan baterías de Litio. Compañías como Hyundai, Nissan, Mitsubishi, General Motors y Mercedes Benz están empezando a comercializar vehículos que usan baterías de ion-Litio para almacenar energía y se espera que estos desarrollos evolucionen positivamente durante los próximos años.

### Evolución de la demanda

El mercado de Litio es un mercado dinámico dada su versatilidad como elemento y las nuevas tecnologías desarrolladas en los últimos años. En el período 2000-2008, la demanda mundial de Litio creció a una tasa promedio anual de 6%, situación impulsada por el desarrollo de las baterías recargables. Por otro lado, si se distingue la demanda de Litio sin considerar su uso en baterías, ésta experimentó un crecimiento en torno al 4% anual.

El consumo de Litio está ligado, en gran medida, a usos industriales como aire acondicionado, grasas lubricantes, colada continua y vidrio; aplicaciones que experimentaron una fuerte contracción como consecuencia de la crisis económica mundial. Durante este tiempo, hubo una importante optimización de inventarios en toda la cadena productiva de las distintas aplicaciones en que se utiliza el Litio.

Como consecuencia, se puede apreciar que durante el 2009 la demanda mundial de Litio se redujo más de 20% con respecto al año 2008, totalizando unas 90.000 toneladas métricas (medidas como Carbonato de Litio equivalente). Estos índices reflejan la primera caída del mercado después de más de una década de crecimiento sostenido.

Respondiendo a estas nuevas condiciones del mercado, la transnacional SQM anunció en septiembre 2009 una reducción de 20% en los precios del Carbonato e Hidróxido de Litio, con el propósito de impulsar la recuperación en la demanda.

Para el 2010 se comenzó a observar una recuperación en los volúmenes de ventas, la que se ha mantenido en este 2011, con la incorporación en estos últimos años de una pequeña demanda en la aplicación de la naciente industria del vehículo eléctrico.

La recuperación en las ventas el 2010 y 2011 aún no llegan a superar la producción u oferta mundial de Carbonato de Litio, razón por la que debemos esperar que el precio se mantenga, en el mejor de los casos; pero no debemos descartar una caída de al menos un 10% más de los niveles actuales.

### PRECIOS ESTIMADOS

Área de negocio		2009	2010	2011 e	2012 e	2013 e	2014 e
Cloruro y Sulfato de Potasio (KCL,K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Ingresos (MMUSD)	399	528	641	794	951	1.073
	Volumen (M ton)	690	1.273	1.309	1.428	1.558	1.599
	Precio (USD/ton)	578	415	489	556	611	671
Nutrientes vegetales de especialidad (NVE)	Ingresos (MMUSD)	527	604	688	747	830	912
	Volumen (M ton)	666	815	881	907	934	962
	Precio (USD/ton)	792	740	781	824	888	948
Yodo	Ingresos (MMUSD)	190	316	436	476	490	560
	Volumen (M ton)	7	12	12	13	13	14
	Precio (USD/ton)	26.857	26.857	34.914	37.707	38.839	40.004
Litio	Ingresos (MMUSD)	118	151	177	185	194	197
	Volumen (M ton)	21	32	38	39	41	41
	Precio (USD/ton)	5.531	4.654	4.678	4.701	4.724	4.748
Químicos industriales (QI)	Ingresos (MMUSD)	115	150	151	272	402	442
	Volumen (M ton)	153	202	195	340	475	499
	Precio (USD/ton)	756	743	772	801	845	885

Fuente: Corredores de Bolsa FIT, citado en Informe de Empresas-SQM, junio 2011.

### La demanda del Litio

En relación a la demanda del Litio, mucho se ha especulado sobre que el “boom de la demanda del Litio” llegaría en el 2011; sin embargo la realidad y el tiempo se han encargado de poner en evidencia que el comportamiento del mercado responde más a los intereses y oportunidades de las empresas involucradas en esta industria.

Los informes económicos de gestión de las empresas productoras y corredores de bolsa han determinado que el despegue del consumo de este producto, se dará a partir del 2018 cuando se producirán entre 1,2 y 2,4 millones de autos híbridos/eléctricos por año; en el 2020 entre 6 y 8 millones; para el 2030 la cifra ascenderá a 20 millones de los cuales entre un 60% a 80% usarán tecnología basada en Litio. Por otro lado, la demanda por Litio para usos industriales ha venido mostrando un ritmo de recuperación un poco mayor al esperado.

El Litio, siendo la fuente de movilidad del futuro, como lo ha sido anteriormente el petróleo, tiene una importancia decisiva para el futuro del desarrollo económico del país.

Por sus ventajas comparativas, las baterías de ion-Litio tienen una posición dominante en el mercado, ya que se utilizan intensivamente

en variados dispositivos, como cámaras fotográficas, computadores portátiles, teléfonos celulares, agendas electrónicas, MP3, entre otros.

Además, durante los últimos años se ha desarrollado sostenidamente la industria de los vehículos eléctricos y los híbridos, que requieren una batería para almacenar la energía generada por el motor a combustión interna y por diversos procesos que liberan energía. Además, los autos eléctricos se pueden conectar a la red eléctrica para recargar la batería. Las baterías que utilizan Litio son las que mejor responden a los requerimientos de esta industria.

Además, el Litio se utiliza intensivamente en la industria de los vidrios y las cerámicas y en grasas y lubricantes.

De manera general, ha sido durante los últimos diez años que la industria mundial del Litio experimentó un considerable cambio, duplicándose la demanda mundial de Carbonato de Litio. La mayor parte del incremento de la producción corresponde a cuatro países Argentina, Australia, Chile y China, que suman un 92% de la producción mundial del Litio.

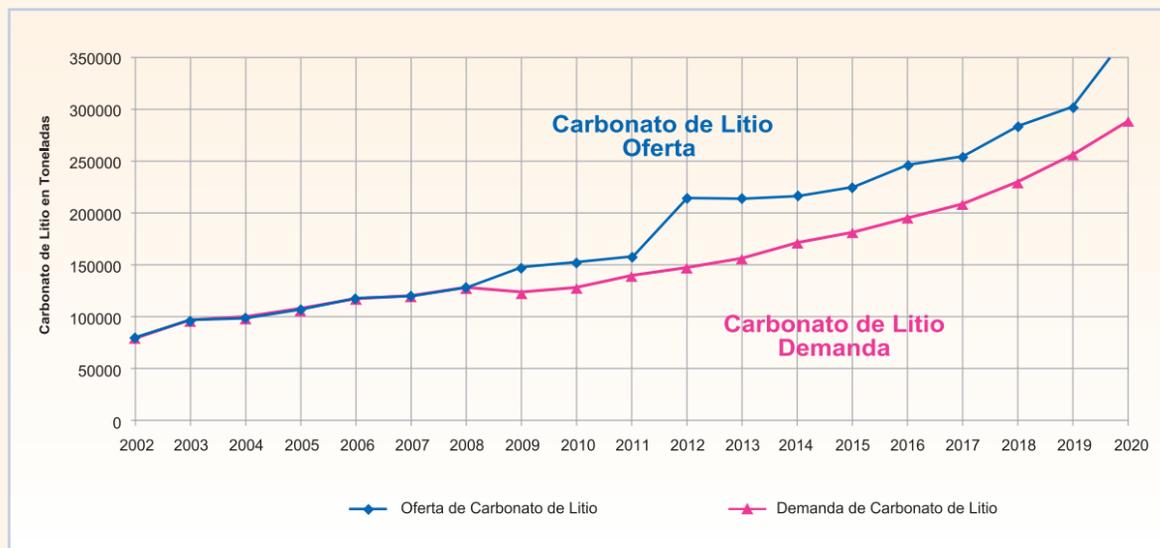
El gráfico aquí publicado nos muestra que la oferta o suministro de Litio a nivel mundial supera la demanda de este metal. Sólo a partir del 2020 el incremento en la demanda marcará la diferencia con la comercialización, igual minoritaria, de los vehículos eléctricos activados a través de baterías de Ión Litio.

La realidad ha demostrado que los anuncios del boom del Mercado del litio para el año 2011 y según otros para el 2012 estaban totalmente equivocados. La gráfica nos muestra un cuadro que forma parte del

cuerpo de presentaciones oficiales del evento Lithium Supply & Markets de Industrial Minerals realizado en Santiago de Chile en enero de 2009, la misma que es ratificada por las publicaciones de análisis del Mercado de 2011 como se muestra en la gráfica.

Bolivia tiene una posición de privilegio considerando que tiene la mayor reserva del mundo de este metal y desde la GNRE ratificamos que nuestro ingreso al Mercado internacional para comercializar este producto será en el momento más oportuno.

**Oferta - Demanda de Carbonato de Litio**



Fuente: Lithium Supply & Markets de Industrial Minerals realizado en Santiago de Chile en enero de 2009

**Litio: apuesta a largo plazo**

La demanda mundial de Litio fue la más afectada por la crisis financiera mundial, puesto que buena parte de este material se utiliza en la industria automotriz, la cual se contrajo de manera significativa. Es por esto que en septiembre del año 2009 la transnacional SQM, que para algunos extraviados es una empresa del Estado chileno, anunció una reducción de 20% en su precio de venta, situación que ha mantenido en este año que concluye.

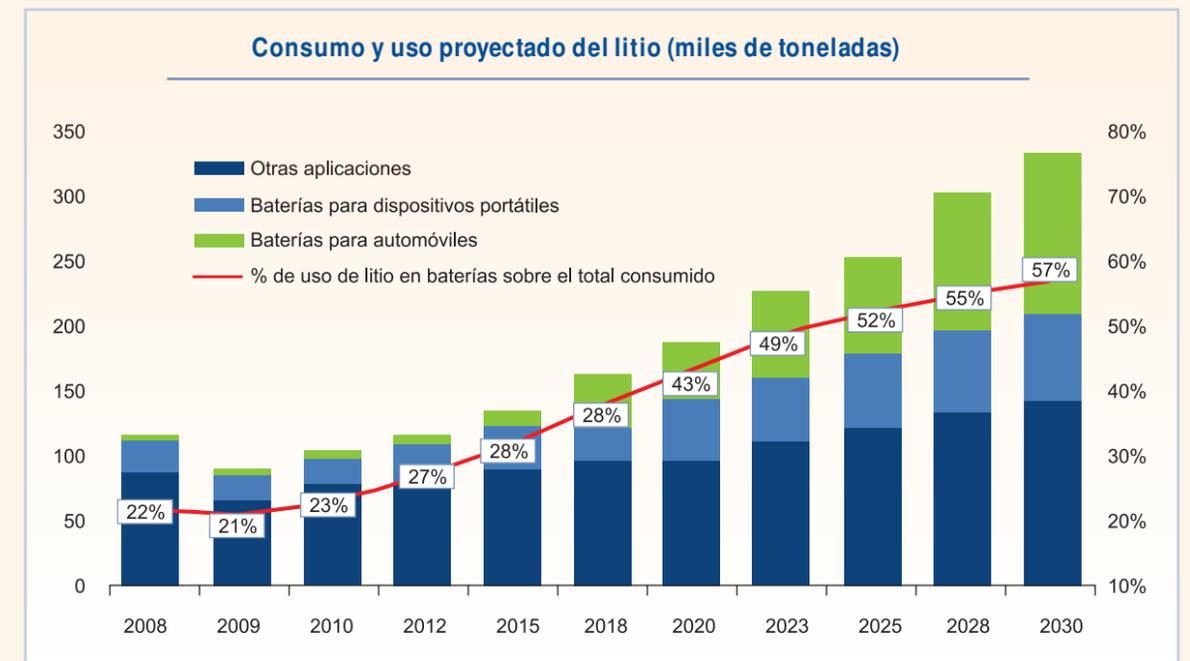
Si bien se anticipa un repunte de la industria automotriz, no esperamos que exista una pronta reactivación importante en los

precios del Litio, puesto que además de ser mercado relativamente pequeño, la oferta mundial actual es abundante.

Las principales causas que podrían impulsar la demanda por Litio, son las nuevas aplicaciones en tecnología que se desarrollan y el impulso en la demanda de baterías a base de ion-Litio, mismas que son auspiciosas a la luz de nuevos proyectos realizados por grandes fabricantes de automóviles.

En la GNRE de la COMIBOL estamos trabajando de manera responsable sin generar expectativas falsas en la población. La

**Consumo y uso del Litio proyectado hasta el 2030 (miles de toneladas)**



Fuente: SQM, FIT CdB.

industrialización del Litio recién empieza y su mayor desarrollo llegará cuando el proyecto esté listo para iniciar su producción industrial.

Varios análisis hechos públicos sobre el incremento de la demanda del Litio a nivel mundial, basados en el uso de baterías de Ión Litio para automóviles, han quedado descartados con los datos de cierre de la gestión 2011 y las proyecciones para los siguientes años.

Como se puede apreciar en el gráfico, el salto cuantitativo real en el consumo de Litio para aplicación de baterías a vehículos eléctricos sólo llegará después del 2018.

Estas proyecciones coinciden con el desarrollo tecnológico que están intentando obtener varios fabricantes para aumentar la autonomía de las baterías y la posibilidad de una recarga más rápida.

Llegada de equipos para montaje de la Planta de KCl



## 10. SALAR DE COIPASA

En el Salar de Coipasa se concluyó con la construcción de obras civiles de la Estación Experimental.

En julio de 2009 el Ministerio de Minería y Metalurgia en coordinación con la entonces Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL (hoy GNRE), se elaboró el proyecto de industrialización del Salar de Coipasa en su primera fase: "Investigación y Conceptualización de la Industrialización de los Recursos

Evaporíticos del Salar de Coipasa", mismo que fue aprobado con un presupuesto de \$us. 456.434,00 para la implementación y trabajo de una estación experimental y para la realización del estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental (TESA) de la futura Planta Industrial de Potasio.

El proyecto experimental del Salar de Coipasa comprende varios trabajos realizados en la comunidad de Tauca y en el salar, como se observa en el siguiente cuadro:

EN LA COMUNIDAD DE TAUCA	EN EL SALAR DE COIPASA
Laboratorio	Construcción de terraplén de acceso al salar
Oficina de administración	Instalación de 2 estaciones meteorológicas
Dormitorios	Construcción de tres piscinas de evaporación
Almacenes	Perforación de 5 pozos, profundidad superior a 40 metros
Sala de reuniones	Perforación de 15 pozos superficiales
Batería de baños	Control de las alturas de inundación en el Salar de Coipasa
Sistema de agua potable	Control de caudales que desembocan al Salar de Coipasa
Alcantarillado	Recolección datos de la variación de la tasa de evaporación
Tanque agua potable, 10.000 litros	Pruebas de evaporación natural con salmueras de inundación
Talleres de mantenimiento	Pruebas de evaporación natural con salmueras de perforación
Depósitos sustancias controladas	Monitoreo de variables meteorológicas
Depósitos de desechos	Pruebas de velocidad de evaporación

El Salar de Coipasa es el segundo salar más grande de Bolivia después del Salar de Uyuni, se encuentra entre las provincias Cabrera y Sabaya del Departamento de Oruro a una altura de 3.650 m.s.n.m. y una superficie de 3.300 kilómetros cuadrados.

La GNRE ha destacado un grupo de profesionales para realizar pruebas experimentales en las salmueras del Salar de Coipasa, con este fin se realizaron diferentes perforaciones de pozos de variada profundidad en distintas áreas del salar y habilitado tres piscinas, los datos que se reportan son analizados en los laboratorios de la Planta de Llupi.

De las investigaciones y análisis de laboratorio, se establece que el salar de Coipasa tiene una composición distinta a la del Salar de Uyuni con niveles altos de Potasio, Magnesio y Sulfatos, también contiene otros elementos como Boro y Ulexita, entre otros.

Así mismo, para establecer las condiciones medioambientales, se instaló una estación meteorológica en el sector sur este del Salar de Coipasa y otro en los predios de la GNRE en la comunidad de Tauca, los datos que se reportan son registrados, analizados y almacenados en la terminal correspondiente del sistema informático de la Gerencia.

#### **Acuerdo de cooperación con China para la prospección y exploración del Salar de Coipasa**

En ocasión de la visita del Presidente Evo Morales a la República Popular de China,

se firmó un “Acuerdo de Cooperación Estratégica para la Planificación y Desarrollo de los Recursos Evaporíticos del Salar de Coipasa entre China y Bolivia”, el 10 de agosto de 2011 en la ciudad de Beijing, entre el Ministerio de Planificación del Desarrollo de Bolivia y la estatal china CITIC Guoan Group.

Este Acuerdo de Entendimiento, está dirigido principalmente a realizar trabajos de exploración a riesgo, con la finalidad de evaluar las reservas del yacimiento y proponer, en su caso, un proyecto de industrialización de las sales de Potasio.

Entre los puntos acordados se destaca:

- Respetando la legislación vigente boliviana, ambas partes acuerdan que la parte china se encargue de las investigaciones de prospección y de valoración de las reservas del Salar de Coipasa a su propio riesgo y comparta todos los resultados con la parte boliviana.
- Obtenidos los resultados de exploración, si la reserva satisface los requerimientos de una producción a nivel industrial, la parte china presentará un plan para invertir los recursos necesarios para el desarrollo y producción de los recursos evaporíticos del Salar de Coipasa, a partir de la industrialización de las sales de Potasio y Litio y ambas partes si así lo decidieran formarán una Empresa Mixta.

#### **11. COMITÉ CIENTÍFICO, APOYANDO AL PROCESO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

En julio de 2009, mediante Resolución Ministerial, fue creado el Comité Científico para la Investigación e Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, cuya finalidad es brindar asesoramiento específico al Ministerio de Minería y Metalurgia y a la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos.

El Comité Científico para la Investigación e Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, (CCII-REB), destaca entre sus logros principales, el concurso de científicos comprometidos con el desarrollo del país, que más allá del factor económico (trabajo ad honorem) contribuyen con sus conocimientos, no solamente en el aspecto técnico de la explotación de la salmuera, sino también en lo referente a su industrialización.

Se trata en esencia, de un equipo técnico multidisciplinario de asesoramiento especializado, que tiene como objetivo principal brindar apoyo científico y técnico a la iniciativa boliviana de industrialización de sus recursos evaporíticos.

Este comité se rige por su propio Reglamento que tiene por objeto normar sus actividades así como la participación de sus miembros.

Entre la funciones más importantes del CCII-REB, está asesorar a la Unidad de Recursos Evaporíticos y No Metálicos del Ministerio de Minería y Metalurgia, y la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia (GERE) de la COMIBOL en todo cuanto esté a su alcance para diseñar políticas, planes y programas, a

*Exposición Ing. Luis Alberto Echazú, Gerente de Recursos Evaporíticos en seminario interno*



todos los niveles necesarios, en materia de recursos evaporíticos del país.

Se encarga de elaborar propuestas de investigación aplicada para disminuir la brecha tecnológica y aplicar los procesos industriales adecuados a la industrialización de los recursos evaporíticos.

El Comité Científico está presidido por el Ministro de Minería y Metalurgia, su supervisión está a cargo del Director Nacional de Desarrollo Productivo y el Secretario General del CCII-REB es nombrado mediante Resolución Ministerial.

Una de las principales características del Comité, es su plena disposición para ser consultado de manera abierta sobre diversos temas que requieran de su asesoramiento, tanto por el Ministerio de Minería y Metalurgia como por cualquier instancia de COMIBOL o la GNRE.

### Membresía

Puede formar parte del Comité Científico toda persona cuyo perfil e inquietudes se enmarquen dentro de la filosofía del Proyecto.

Los miembros del Comité Científico deben apoyar la iniciativa boliviana que busca la obtención de productos industrializados básicos derivados de las salmueras tales como Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio, Ácido Bórico, etc. y productos avanzados derivados del Litio como compuestos organolíticos, Litio metálico, derivados inorgánicos, baterías y precursores.

Otra de sus funciones es coadyuvar con la sensibilización de la opinión pública, nacional e internacional, sobre la necesidad de desarrollar una empresa pública y social, que logre abastecer de forma sostenible el mercado mundial de productos derivados de las salmueras.

El proceso para la tramitación de la membresía es de forma digital y consta de las siguientes etapas:

- **Presentación:** El interesado debe identificarse con el perfil de candidato, así como con los objetivos, filosofía, y dinámica de trabajo presentando una carta de motivación dirigida al CCII-REB explicando brevemente su interés y posibles aportes, adjuntar el formulario de inscripción debidamente llenado y una copia de su Curriculum Vitae.
- **Invitación:** Tras ser recibida la presentación es evaluada por el CCII-REB, de ser aceptada, el postulante recibe una invitación formal para formar parte del mismo, así como una copia del Reglamento Interno, que debe ser leído, aceptado y reenviado en formato impreso a las oficinas en La Paz.
- **Confirmación:** Tras la aceptación del Reglamento por parte del nuevo miembro, éste recibirá una carta de confirmación del CCII-REB asignándole un número de usuario y contraseña para tener acceso a la web del Comité.



Llegada de maquinaria pesada a Estación de Río Grande

### Resultados logrados por el Comité Científico

Entre las actividades desarrolladas se destaca la organización de 3 seminarios referentes a salmueras, evaporación solar y productos relacionados (Cloruro de Potasio, Cloruro de Sodio, Carbonato de Litio, Sulfato de Potasio) con una participación promedio de 30 personas y en coordinación con la Dirección de Investigación y Desarrollo de la GNRE.

También se realizaron varios viajes con los miembros, tanto al Salar de Coipasa como al Salar de Uyuni, para conocer los avances logrados y asesorar los diferentes criterios tecnológicos.

Se asesoró en el equipamiento y en los métodos de análisis de las salmueras, como

en el desarrollo de ingeniería básica, a detalle y otros. También se asesoró en la elaboración de Términos de Referencia para adquisiciones y procesos, sobre todo en ingeniería básica.

Otro de los trabajos importantes fue la prueba de materiales y cemento a ser usados en las condiciones de los terrenos de Llipi y de los salares de Uyuni y Coipasa.

En un futuro inmediato su función se enmarcará en la investigación para obtener nuevos productos derivados de la salmuera, además de sustituir insumos requeridos para la producción de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio y precursores de baterías con fabricación "made in Bolivia".

## 12. MEDIO AMBIENTE

La GNRE trabaja comprometida con las comunidades de la región por lo que el cuidado del medio ambiente es una obligación asumida como política gubernamental y que rige el accionar de este emprendimiento.

En este punto particular se ha logrado los siguientes avances:

- Licencia ambiental para la Planta Piloto de Carbonato de Litio y para las Piscinas de evaporación – EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN

1. Licencia para actividades con sustancias peligrosas.

- Se tiene elaborado el plan de manejo de residuos sólidos y está en proceso de implementación.
- Plan de manejo de sustancias peligrosas.
- Plan de derrame de combustibles.
- Obtención de la categorización para las Plantas de KCl (Modular e Industrial) En este momento se está elaborando el estudio de impacto ambiental.

Flor de Cactu



## 13. USO DEL AGUA

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 Sud Oeste 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.

### Planta Piloto = 7.000 m3/mes

CANTIDAD POR MES	USO
5.250 m3	PROCESOS
1.750 m3	CONSUMO HUMANO

### Planta Industrial = 420.000 m3/mes

CANTIDAD POR MES	USO
315.000 m3	PROCESOS
105.000 m3	CONSUMO HUMANO

Este consumo de agua, comparado con el que se registra en el estudio de Robert Moran, por encargo de las organizaciones sociales del sector, con referencia a la Minera San Cristóbal,

pertenciente a la japonesa SUMITOMO, dedicada a la explotación a cielo abierto de un complejo plata-plomo-zinc en el sudoeste potosino, podemos establecer que:

#### Uso de agua Minera San Cristóbal

CANTIDAD POR MES	TIEMPO DE TRABAJO
1.380.000 m <sup>3</sup>	20 AÑOS = 240 MESES

Tomando en cuenta estos datos, podemos realizar la siguiente comparación:

CONSUMO GNRE PLANTA PILOTO	CONSUMO MINERA SAN CRISTÓBAL	PORCENTAJE
5.250 m <sup>3</sup>	1.380.000 m <sup>3</sup>	0.38%

CONSUMO GNRE PLANTA INDUSTRIAL	CONSUMO MINERA SAN CRISTÓBAL	PORCENTAJE
315.000 m <sup>3</sup>	1.380.000 m <sup>3</sup>	22.82%

La Estrategia Nacional de Recursos Evaporíticos promueve un trabajo comprometido con el desarrollo, pero sin descuidar elementos importantes como el agua, su uso es racional

con una reutilización constante y además con una reinserción en el mismo salar de toda el agua salubre que se utilice.

#### 14. EL PROYECTO EN LAS COMUNIDADES

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos GNRE, trabaja de manera integrada con las comunidades del Sud Oeste de Potosí, esta actividad es permanente y para ello se cuenta con personal profesional comprometido con los sectores sociales de las comunidades del entorno del salar.

En esta tarea, la GNRE brinda información relacionada a la industrialización de los evaporíticos, dando a conocer los objetivos y el impacto socio-económico del proyecto para la región y el país.

Esta tarea de Gestión Comunitaria está planteada fundamentalmente para desarrollar un trabajo armónico en la zona, velando por el bienestar y desarrollo social de las comunidades y tiene por objetivo:

- Hacer conocer los fines, alcances y objetivos de la GNRE
- Garantizar la sostenibilidad social de la industrialización de los recursos evaporíticos
- Hacer partícipes en el seguimiento y fiscalización del proyecto
- Apoyar en proyectos comunales (perforación de pozos para agua potable, mantenimiento de caminos y otros).

En esta tarea, en la gestión 2011, se ha realizado actividades de socialización en diferentes comunidades, además de instituciones educativas.

Entre las 33 comunidades e instituciones visitadas, se registra un total de 1.673 participantes, donde 1.007 son varones y 682 son mujeres.

Un aspecto muy importante es la relación directa con las comunidades, creando de esa manera un ambiente de confianza mutua entre el Estado a través de la GNRE y las comunidades, este hecho garantiza que tanto ejecutivos, directivos, técnicos y obreros puedan desarrollar sus tareas con la certeza de que entre todos construimos un proyecto que beneficiará a todos los bolivianos.

#### Agua para las comunidades

La Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos a través de la Dirección de Relaciones Externas y Comunicación apoya con perforación de pozos en comunidades del Sud Oeste potosino para facilitar el acceso de sus habitantes a este vital elemento.

El programa permite a los beneficiarios ampliar su producción agrícola y mejorar las condiciones de vida de su entorno.

Para hacer posible este trabajo los profesionales y técnicos de Relaciones Comunitarias entran en contacto con las autoridades comunales para elaborar un plan de trabajo.

El trabajo de la GNRE está enfocado a la perforación del pozo y su respectivo entubado y son las autoridades más los miembros de la comunidad quienes se encargan de instalar una bomba, construir un tanque de acopio y determinar el sistema de suministro.

No.	COMUNIDADES E INSTITUCIONES	VARONES	MUJERES	TOTAL
1	Organizaciones Sociales	12	4	16
2	Pulacayo	17	14	31
3	Julaca	9	12	21
4	Vinto "K"	11	11	22
5	Vinto "K" – Uyuni	9	3	12
6	San Juan del Rosario	37	26	63
7	Villa Candelaria	16	15	31
8	Colcha "K"	29	17	46
9	CCPP Nor LÍpez	158	58	216
10	Santiago de Chuvica	9	13	22
11	Mañica	6	6	12
12	Casa Pintada	74	13	87
13	San Agustín	17	16	33
14	Copacabana	21	14	35
15	Alota	15	16	31
16	Ramaditas	8	4	12
17	Catavi K	7	5	12
18	Calcha K	24	27	51
19	Santiago K	26	16	42
20	Calazaya	82	59	141
21	Colegio Antofagasta	26	39	65
22	Colegio Daniel Campos INCOS	129	143	272
23	San Antonio de Esmoruco	34	22	56
24	Mojinete	28	20	48
25	Colegio Noel Mariaca Nocturno - Uyuni	26	19	45
26	Colegio Antonio Quijarro - Uyuni	19	26	45
27	San Cristobal - Ampliado Nor LÍpez	90	29	119
28	Colegio Nocturno INCOS B - Uyuni	18	36	54
29	Agencias de Turismo	16	15	31
30	Regimiento de Infantería LOA - Uyuni	73	14	87
31	Municipio Uyuni	21	2	23
32	Policía Fronteriza Uyuni	17		17
33	Grupo Aéreo 65	45		45
34	Universidad Pública de El Alto	144	142	286
35	Asamblea defensa de RRNN - Uyuni	59	73	132
	TOTAL	1332	929	2261

## 15. ACUERDOS INTERNACIONALES

A partir del anuncio de industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, varios países y empresas manifestaron su interés para participar en este proyecto, el mismo Presidente Evo Morales anunció su esperanza de contar con socios para la industrialización del Litio, a partir de la tercera fase en la que aporten con tecnología desarrollada para garantizar la producción de baterías de ion Litio en territorio nacional.

Algunas empresas han hecho conocer su pretensión de participar en la producción de carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ), propuesta que no se enmarca a la política nacional sobre el Litio, ya que se trata de un proyecto 100% estatal en inversión. El ingreso de empresas está previsto para la industrialización del  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , es decir para la obtención de cátodo, electrolitos y baterías de ión Litio.

Los países con los que COMIBOL firmó memorándums de entendimiento son Brasil, Irán, Japón, Corea del Sur y China, referidas básicamente a fortalecer la cooperación para el desarrollo de programas de industrialización de los recursos evaporíticos, capacitación y especialización científica

y tecnológica de profesionales bolivianos, con la consiguiente integración al Comité Científico de Investigación de los Recursos Evaporíticos de Bolivia (CCII-REB).

Los memorándums firmados se enmarcan en la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos definida por el Estado boliviano, en la que se definen los niveles de cooperación en el Comité Científico y en otros procesos. La participación de profesionales extranjeros es un aporte más de países amigos que contribuye en los procesos de investigación, en estrecha coordinación con sus similares bolivianos.

La Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, está claramente definida, cuidando la soberanía del Estado boliviano sobre sus recursos naturales, así se establece en cada uno de los acuerdos firmados "... respeta la posición y la política de industrialización del litio del Gobierno de Bolivia", dejando abierta la posibilidad de lograr acuerdos de mayor alcance a futuro para la producción de baterías de ión Litio en territorio boliviano.



Firma de acuerdo con China

## 16. MEMORÁNDUMES DE ENTENDIMIENTO FIRMADOS EL 2011

A partir del anuncio de industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, varios países y empresas manifestaron su interés para participar en este proyecto, el mismo Presidente Evo Morales anunció su esperanza de contar con socios para la industrialización del Litio, a partir de la tercera fase en la que aporten con tecnología desarrollada para garantizar la producción de baterías de ión Litio en territorio nacional.

Algunas empresas han hecho conocer su pretensión de participar en la producción de carbonato de Litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ), propuesta que no se enmarca a la política nacional sobre el Litio, ya que se trata de un proyecto 100% estatal. El ingreso de empresas está previsto para la industrialización del  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , es decir para la obtención de cátodo, electrolitos y baterías de ión Litio.

Los memorándums firmados se enmarcan en la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos definidas por el Estado boliviano, en las que se definen los niveles de cooperación en el Comité Científico y en otros procesos. La participación de

profesionales extranjeros es un aporte más de países amigos que contribuye en los procesos de investigación, en estrecha coordinación con sus similares bolivianos.

La Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, está claramente definida, cuidando la soberanía del Estado boliviano sobre sus recursos naturales, así se establece en cada uno de los acuerdos firmados "... respeta la posición y la política de industrialización del litio del Gobierno de Bolivia", dejando abierta la posibilidad de lograr acuerdos de mayor alcance a futuro para la producción de baterías de ión Litio en territorio boliviano.

### Memorándum de Entendimiento con China

Con el título "Memorándum de Entendimiento en Materia de Investigación y Desarrollo para la Industrialización de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni", se firma el mencionado MdE entre la Corporación Minera de Bolivia y la estatal china Citic Gouan Group, el 1 de agosto de 2011 en la ciudad de La Paz.

El documento firmado entre Citic Gouan Group y la COMIBOL, tiene por objeto fortalecer la cooperación entre ambas partes para programas de investigación, inversiones y desarrollo para la industrialización y comercialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, estableciendo actividades como:

- Citic Gouan Group y la Gerencia nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) dependiente de la COMIBOL, realizarán los estudios a intercambio de información a través del Comité Científico de Investigación para la industrialización de los recursos evaporíticos de Bolivia (CCII-REB) del Ministerio de Minería y Metalurgia.

- Citic Gouan Group como miembro de CCII-REB participará en los estudios y desarrollo de los procesos para la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, conforme acuerden las dos partes.
- En este marco, se intercambiará información técnica, científica y sobre oportunidades de inversiones y desarrollo entre partes.

### Memorándum de Entendimiento con Corea

En el marco correspondiente a la Fase III, la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), también ha firmado un Memorándum de Entendimiento (MdE) con el consorcio KORES y POSCO, el 29 de julio de 2011 en la

Firma de acuerdo con Corea



ciudad de La Paz, con el propósito de llevar adelante el proyecto de desarrollo de baterías de iones de Litio.

Este MdE corresponde a la Fase III del Plan Estratégico de Industrialización de los Recursos Evaporíticos del Salar de Uyuni y tiene como objetivo principal el desarrollo de baterías de ión Litio, entre los puntos acordados se señala:

- Las partes acuerdan conformar y operar un equipo de trabajo especializado para el proyecto de desarrollo de baterías de iones de Litio.
- Las partes trabajarán en la búsqueda de acuerdos que permitan la conformación de una empresa de co-inversión para el proyecto de cátodos de Litio y de baterías de iones de Litio y los detalles relacionados serán determinados por el mismo equipo de trabajo especializado.

#### Negociaciones con Kores-POSCO

Los Memorándums de Entendimiento y otros acuerdos, tienen diferentes grados de avance en su aplicación, es el caso de Kores POSCO, con quienes se realizaron reuniones enmarcadas dentro la Fase III, que comprenden la industrialización y desarrollo de baterías de ión Litio.

De acuerdo al Memorándum de Entendimiento, firmado con Kores POSCO en julio de 2011, con el título "Memorándum de Entendimiento para la Promoción del Proyecto de Desarrollo

de Baterías de iones de Litio entre el Consorcio de Corea y la Corporación Minera de Bolivia", con el objetivo principal el desarrollo de baterías de ión Litio, el Comité de Dirección constituido por el Ing. Luis Alberto Echazú (por la GNRE) y el Dr. Kwon (por POSCO), determinaron para el 29 de agosto la primera reunión de los Task Force boliviano y coreano en la ciudad de La Paz, la comisión boliviana está integrado por Ing. Juan R. Carballo, Ing. José Bustillo e Ing. Iván Aranda.

En dicha reunión se determina algunos acuerdos como:

- Comprensión y entendimiento de la delegación coreana, sobre la política y estrategia de explotación de los recursos evaporíticos por parte de Bolivia.
- Corea presentará una oferta hasta fines del mes de septiembre, sobre un proyecto para la elaboración de cátodo en Bolivia que incluirá, la tecnología de cátodo a ser producido en territorio nacional, volumen estimado de producción, costo estimado, cronograma tentativo, visión coreana respecto a la estructura asociativa.

Como consecuencia de las anteriores determinaciones, el Comité de Dirección determina una segunda reunión para el día 22 de diciembre en la ciudad de La Paz, donde POSCO entrega la presentación acerca de la tecnología para la producción de cátodo, donde además la GNRE, solicita mayor información sobre otros tópicos relacionados a la producción de baterías de ión Litio.

#### 17. QUINTO SEMINARIO CIENTÍFICO

Dentro las actividades programadas de la GNRE, se ha llevado a cabo entre el 27, 28 y 29 de diciembre, el 5to. Seminario Científico sobre el "Desarrollo Tecnológico del Litio", organizado por la GNRE a través de la Dirección de Investigación y Desarrollo, oportunidad en la que se dieron a conocer los avances de las investigaciones dentro de todos los campos encarados en la presente gestión, fueron 27 los temas expuestos de los cuales se destaca:

- El desarrollo de productos grado batería, tal es el caso del Hidróxido de Litio, Cloruro de Litio y Carbonato de Litio.

- Investigación Geológica, de los diferentes salares de Bolivia, Uyuni, Coipasa, Loromayu, Pastos Grandes y otros.
- Avance en el manejo de piscinas y la sistematización de datos meteorológicos.
- Alternativas al proceso boliviano de obtención de Carbonato de Litio.

El seminario contó con la presencia del Presidente de la Corporación Minera de Bolivia, del Gerente de la GNRE, así como de autoridades de la COMIBOL y miembros del Comité Científico de Apoyo a la Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia.

Intervención del Ing. Héctor Córdova, Presidente de COMIBOL en clausura del 5to. Seminario Científico





[www.evaporiticos.gob.bo](http://www.evaporiticos.gob.bo)

**Oficina La Paz**

Calle Reyes Ortiz  
esquina Federico Suazo,  
Torres Gundlach,  
Torre Oeste, Piso 9  
(591-2) 2145724  
(591-2) 2145725

**Oficina Oruro**

Calle Junín esquina Petot s/n  
(591-2) 5251156

**Oficina Uyuni**

Calle Loa, entre Ferroviaria  
y Tomás Frías zona vivienda N° 2  
(591-2) 6933922

**Planta Piloto Llipi Loma**

Campamento COMIBOL  
(591-2) 6138900  
(591-2) 6138923