



**Yacimientos de  
Litio Bolivianos**

CORPORACIÓN



**MEMORIA** 2018





# MEMORIA INSTITUCIONAL 2018



**JUAN EVO MORALES AYMA**  
*Excmo. PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DEL ESTADO  
PLURINACIONAL DE BOLIVIA*



**ING. RAFAEL ALARCÓN ORIHUELA**  
*MINISTRO DE ENERGÍAS*

La Memoria 2018 es una publicación de la Unidad de Comunicación y Gestión Comunitaria de la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación, se autoriza la difusión total o parcial del contenido de este documento citando la fuente.

Para cualquier consulta comunicarse a los teléfonos de YLB, el correo institucional o el sitio web.

Teléfonos de oficina central La Paz: *(591-2) 2145724 (591-2) 2315520*

***[www.ylb.gob.bo](http://www.ylb.gob.bo)***

# CONTENIDO

	BREVE RESEÑA HISTÓRICA	
	PRESENTACIÓN	7
	MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVOS YLB	8
<b>1.</b>	<b>DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA</b>	<b>9</b>
	• PLAN ESTRATÉGICO EMPRESARIAL 2016 - 2020	9
	• PERSPECTIVA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN	10
	• EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL 2018	10
<b>2.</b>	<b>DIRECCIÓN DE OPERACIONES</b>	<b>11</b>
	• PLANTA DE CONCENTRACIÓN DE SALES	11
	• PLANTA PILOTO DE CARBONATO DE LITIO	13
	• PLANTA INDUSTRIAL DE CLORURO DE POTASIO	14
	• OBRAS CIVILES	16
<b>3.</b>	<b>DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.</b>	<b>18</b>
	• OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CLORURO DE POTASIO	19
	• OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CARBONATO DE LITIO	20
	• UNIDAD DE DESARROLLO	22
	• UNIDAD DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO	23
<b>4.</b>	<b>DIRECCIÓN DE ELECTROQUÍMICA Y BATERÍAS</b>	<b>28</b>
	• PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS	31
	• PLANTA PILOTO BATERÍAS DE ION LITIO - PPB	34
	• CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS DE BOLIVIA, CICYT MAT-REB	35
	• DEPARTAMENTO FUNCIONAL LA PALCA - POTOSÍ	38
<b>5.</b>	<b>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA</b>	<b>43</b>
	• ELABORACIÓN DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES DEL SALAR DE UYUNI	43
	• ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO BASADO EN PRUEBAS DE BOMBEO, INCLUYENDO LA PERFORACIÓN DE POZOS EN EL SALAR DE UYUNI	45
	• CONTINUIDAD EN LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN EN EL SALAR DE COIPASA	49
	• ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN EN EL SALAR DE PASTOS GRANDES	51
	• MUESTREO GEOQUÍMICO EN EL SALAR DE EMPEXA	52
<b>6.</b>	<b>DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL</b>	<b>54</b>
	• LICENCIAS AMBIENTALES Y MONITOREO	54
	• INSPECCIONES AMBIENTALES REALIZADAS A LAS DIFERENTES ÁREAS DE TRABAJO Y EMPRESAS CONTRATISTAS	55
	• CAPACITACIÓN A NUESTRO PERSONAL Y PERSONAL DE LAS EMPRESAS	58
	• PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL 2018	58
<b>7.</b>	<b>DEPARTAMENTO DE COMERCIALIZACIÓN</b>	<b>62</b>
	• CONVENIOS	62
	• PARTICIPACIÓN EN FERIAS Y EVENTOS	64
	• FORO IBEROAMERICANO COMERCIAL	66
	• VENTA DE PRODUCTOS	67
<b>8.</b>	<b>DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA FINANCIERA</b>	<b>71</b>
<b>9.</b>	<b>DIRECCIÓN JURÍDICA</b>	<b>74</b>
<b>10.</b>	<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE CALIDAD</b>	<b>78</b>
<b>11.</b>	<b>AUDITORÍA INTERNA</b>	<b>83</b>
<b>12.</b>	<b>UNIDAD DE TRANSPARENCIA INSTITUCIONAL</b>	<b>84</b>
<b>13.</b>	<b>UNIDAD DE RECURSOS HUMANOS</b>	<b>87</b>
<b>14.</b>	<b>UNIDAD DE COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL Y GESTIÓN COMUNITARIA</b>	<b>91</b>
	• RECONOCIMIENTOS A YLB	93
	• PROYECTOS DE IMPACTO SOCIAL	95
	• HITOS HISTÓRICOS DE LA GESTIÓN 2018	95



# Creciendo Históricamente...

## Inauguración de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio



## Creación de Yacimientos de Litio Bolivianos



## Inicio de la construcción de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio



## Construcción e impermeabilización de Piscinas Industriales, 2.420 hectáreas



## Creación de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos



## Creación de la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia



## 2008

Planta Piloto de Cloruro de Potasio



Planta Piloto de Carbonato de Litio



- Construcción de la Planta Piloto de Cloruro de Potasio-KCl. Capacidad 2800 TM/año.
- Construcción de la Planta Piloto de Carbonato de Litio-Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Capacidad 250 TM/año.
- Inicio de pruebas experimentales de evaporación de salmueras en el Salar de Coipasa.
- Resolución N° 43666/2010 de Directorio General para la creación de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos dependiente de COMIBOL.
- Inauguración y puesta en marcha de la Planta Piloto de Cloruro de Potasio. (2012)

## 2013

Planta Piloto de Baterías de Ion Litio



## 2015

Planta Piloto de Materiales Catódicos



## 2017

## 2018

- Puesta en marcha de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio, financiado en su integridad por el Banco Central de Bolivia, con una capacidad de producción de 350.000 TM/año.
- Se inició la construcción del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los recursos Evaporíticos en Potosí - Bolivia.
- Se concretó la Sociedad entre YLB (51% Bolivia) y AGISA (49% Alemania), para la construcción de las Plantas: Hidróxido de Litio, Hidróxido de Magnesio, Materiales Catódicos y Baterías de Ion Litio.
- Yacimientos de Litio Bolivianos asume carácter Corporativo bajo D.S. 3627
- Aplicación de Baterías de Ion Litio de alta capacidad 10Ah, ensambladas en la PPB.

- Creación de Yacimientos de Litio Bolivianos mediante la Ley N° 928 del 27 de abril de 2017, como Empresa Pública Nacional Estratégica, con personalidad jurídica propia, de duración indefinida, autonomía de gestión administrativa, financiera, comercial, legal y técnica, cuyo patrimonio pertenece 100% al Estado Plurinacional de Bolivia, bajo tuición del Ministerio de Energías.
- Inicio de operaciones de la Planta Piloto de Materiales Catódicos con profesionales 100% bolivianos.
- Inauguración de la Planta Piloto de Materiales Catódicos (2017).

- Con la construcción de esta Planta, Bolivia ingresa a la Era de la Industrialización de los recursos evaporíticos de manera soberana.
- Venta de Sales, primeros ingresos generados por la venta de los productos de la Fase Piloto.
- Construcción de la Planta Piloto de Materiales Catódicos, para la construcción de NMC y LMO.
- Acreditación de Laboratorio de Análisis Químico (2016).

- En esta fase de pilotaje se pusieron en práctica las destrezas desarrolladas en investigación en Plantas Piloto a escala mayor, corroborando y optimizando el funcionamiento de estos procesos y a partir de ello, se proyectaron las Plantas Industriales de KCl y Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.
- Construcción e impermeabilización de Piscinas Industriales (2.420 hectáreas).
- Producción de la Planta Piloto de KCl, 2800 TM/año.
- Producción de la Planta Piloto de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 250 TM/año.
- Construcción de la Planta Piloto de Baterías de Ion Litio, para la producción de Baterías de alta y baja capacidad.
- Inicio de operaciones de la Planta Piloto de Baterías de Ion Litio con profesionales 100% bolivianos.
- Inauguración de la Planta Piloto de Baterías de Ion Litio (2014).

## RECONOCIMIENTOS - 2018

1. Condecoración a YLB con la Medalla de Plata "vale un Potosí".
2. Premio Nacional a la excelencia para el vivir bien 2018 "Sello de Oro".
3. Reconocimiento, América Bao Cheng Desarrollo y Tecnología del Salar S.R.L.
4. Reconocimiento, Altamira Trade AG, por la primera Planta de Potasio en Bolivia.

## PERSONAL YLB

Año	Personal YLB
2008	20
2010	144
2013	389
2017	399
2018	563

- El Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia, Evo Morales crea la Dirección Nacional de Recursos Evaporíticos de Bolivia, entidad dependiente de COMIBOL. Encargada de elaborar un plan para la industrialización de los Recursos Evaporíticos en Bolivia.
- Se inicia con la fase de investigación, la que ha permitido desarrollar el conocimiento y los procesos para tratar la salmuera.
- Inauguración Planta Piloto de Carbonato de Litio. (2008)

# PRESENTACIÓN



Tenemos la satisfacción de publicar la Memoria 2018 que refleja el trabajo realizado por la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos Corporación y los logros alcanzados durante la gestión 2018.

Esta gestión se ha caracterizado por varios acontecimientos trascendentales en el proceso de industrialización del litio y los recursos evaporíticos de nuestro país, los que se describen a continuación.

Luego de la finalización de la construcción, equipamiento y puesta en marcha de la Planta Industrial de Sales de Potasio, en el mes de octubre de 2018 se dio inicio a la producción industrial de Cloruro de Potasio y su correspondiente comercialización. Este fertilizante potásico está siendo comercializado en el mercado interno y, principalmente, en el mercado brasilero.

Por otra parte, luego de un largo proceso de contratación, a fines de 2018 se dio inicio a la construcción de la Planta Industrial de Carbonato de Litio, constituyéndose éste en otro hito significativo de la gestión y del proceso industrial de la Fase II.

Otro avance de la gestión 2018, en la consolidación de la Fase III de industrialización y en el marco de lo establecido en la Ley 928, fue la conclusión del proceso de selección del socio estratégico de YLB para producir Hidróxido de Litio a partir de salmuera residual e implementar en Bolivia una Planta Industrial de Materiales Catódicos y de Baterías de Ion Litio. Luego de la evaluación de 15 propuestas de empresas y consorcios internacionales interesados en asociarse con YLB, la selección del socio estratégico recayó en la empresa alemana ACI Systems. A fines del 2018 se firmó la Minuta de Constitución de la primera Empresa Mixta entre YLB y la empresa alemana ACI Systems para la producción de Hidróxido de Litio para posteriormente constituir una segunda Empresa Mixta para la producción de Baterías de Ion Litio. En esta asociación YLB cuenta con una participación mayoritaria del 51%.

También debemos destacar que en esta gestión se inició también un proceso de selección de socio estratégico para la industrialización de los salares de Coipasa y Pastos Grandes. De la misma manera que para el salar de Uyuni, luego de la evaluación de 7 propuestas de empresas internacionales, la selección del socio estratégico para estos salares recayó en la empresa china TBEA asociada a BAOCHENG. Se espera que en la gestión 2019 se constituya la Empresa Mixta correspondiente, también con participación mayoritaria de YLB.

En las siguientes páginas, el lector encontrará en detalle todas las actividades y trabajos desarrollados por las Direcciones, Departamentos y Unidades de YLB.

Finalmente, efectuamos un reconocimiento especial a todos los trabajadores, profesionales, técnicos y administrativos de YLB, sin cuyo esfuerzo no habrían sido posibles los logros alcanzados hasta la fecha y que presentamos a continuación.



Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo  
GERENTE EJECUTIVO  
YACIMIENTOS DE LITIO BOLIVIANOS



# YACIMIENTOS DE LITIO BOLIVIANOS

## MISIÓN

Realizar las actividades de toda de la cadena productiva del litio y los recursos evaporíticos: prospección, exploración, explotación, beneficio o concentración, instalación, implementación, puesta en marcha, operación y administración de complejos de química inorgánica, industrialización y comercialización.

## VISIÓN

Industrializar el litio y los recursos evaporíticos de Bolivia, a través de proyectos industriales, integrales y sostenibles que respondan al desarrollo regional, departamental y nacional; que respetan el medio ambiente, las leyes vigentes, los derechos de los pueblos originarios, generen trabajo, valor agregado, riqueza y soberanía.

## OBJETIVOS

- Desarrollar los procesos de química básica de sus recursos evaporíticos con una participación cien por ciento (100%) estatal para la producción y comercialización de: Cloruro de Litio, Sulfato de

Litio, Hidróxido de Litio y Carbonato de Litio; Cloruro de Potasio, Nitrato de Potasio, Sulfato de Potasio, sales derivadas e intermedias y otros productos de la cadena evaporítica. Procesos posteriores de semi-industrialización, industrialización y procesamiento de residuos, se podrán realizar mediante contratos de asociación con empresas privadas nacionales o extranjeras, manteniendo la participación mayoritaria del Estado. (Ley 928, Parágrafo III)

- Desarrollar un proyecto industrial, nacional e integral, de producción de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio, Sulfato de Potasio y otras sales con inversiones y tecnologías propias.
- Desarrollar, paralelamente, la investigación y la producción de productos derivados, secundarios o complementarios.
- Impulsar procesos de selección de socios estratégicos para productos, de mayor valor agregado, de la cadena de industrialización del litio y otros.
- Ampliar las operaciones industriales en el salar de Uyuni a otros salares del territorio nacional.
- Gestionar el posicionamiento del país en el mercado mundial de manera sostenible, impulsando un cambio en la matriz energética mundial hacia energías alternativas y limpias





# 1. DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

La Dirección de Planificación Estratégica es la encargada de planificar, organizar, coordinar, dirigir, supervisar y hacer seguimiento acorde a la misión y visión institucional; con el objeto de optimizar los procesos y resultados programados.

## 1.1 PLAN ESTRATÉGICO EMPRESARIAL 2016-2020

En este marco se ha desarrollado la actualización del Plan Estratégico Empresarial, con el cual se contaba en la entonces Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de COMIBOL; convertida desde abril de 2017 en la Empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos si bien la visión del proyecto y las actividades no han cambiado en lo sustancial, se aumentaron actividades para la industrialización e investigación, esto se refleja en el Plan Estratégico Empresarial 2016 -2020 actualizado y en aprobación:

Las estrategias planteadas son:

- Investigar y desarrollar los salares y lagunas (Fase I – investigación y pilotaje)
- Producir sales de alto valor a escala industrial (Fase II – producción industrial)
- Industrializar con agregación de valor (Fase III – industrialización)
- Asociación Empresa Mixta para la instalación de plantas industriales en Bolivia YLB 51%. empresa socia 49% (Fase IV)
- Logística, administración, control y fortalecimiento empresarial

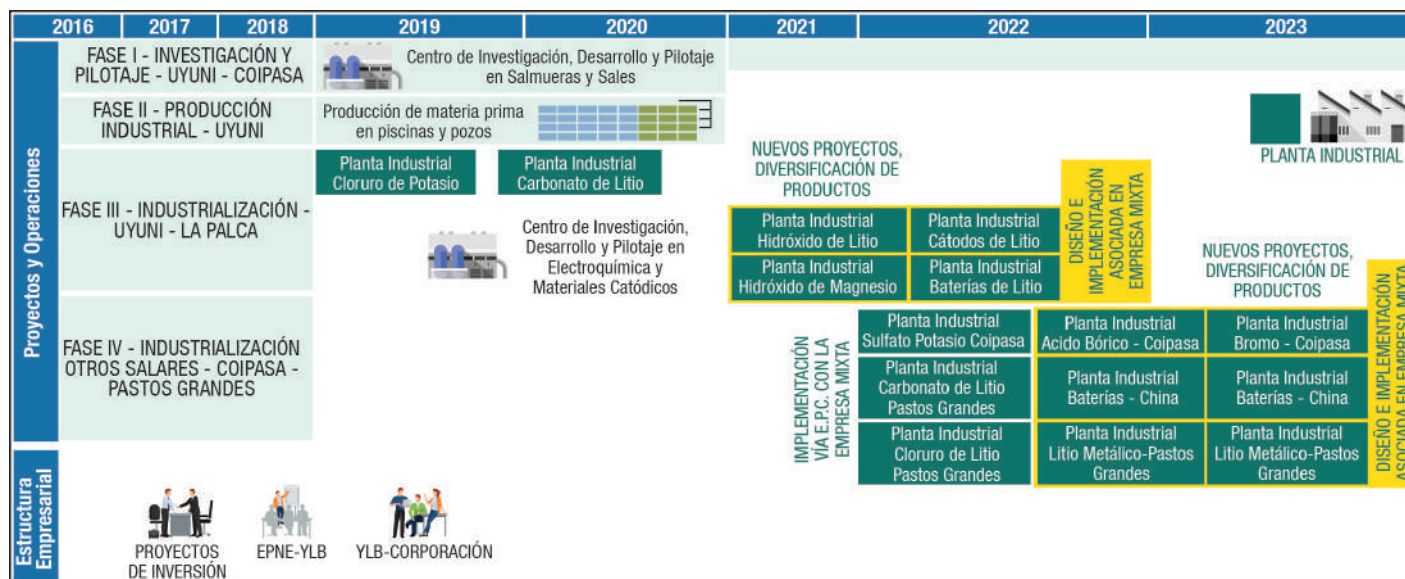
Las perspectivas en el marco de un cuadro de mando y su alineación a los pilares del plan de desarrollo económico social se muestran de la siguiente forma:

ESTRATEGIA	INVESTIGAR Y DESARROLLAR LOS SALARES Y LAGUNAS (FASE I - INVESTIGACIÓN - PILOTAJE)	PRODUCIR SALES DE ALTO VALOR A ESCALA (FASE II - PRODUCCIÓN INDUSTRIAL)	INDUSTRIALIZAR CON AGREGACIÓN DE VALOR (FASE III - INDUSTRIALIZACIÓN)	LOGÍSTICA, ADMINISTRACIÓN, CONTROL Y FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL
ALINEACIÓN AL PDES	PILAR 6. SOBERANÍA PRODUCTIVA CON DIVERSIFICACIÓN		PILAR 7. SOBERANÍA SOBRE NUESTROS RECURSOS NATURALES	
FINANCIERA	GENERAR EXCEDENTES ECONÓMICOS		CUMPLIR CON EL FINANCIAMIENTO	
CLIENTE/BENEFICIARIO	DESARROLLAR LA TECNOLOGÍA CON SOBERANÍA		DESARROLLAR LA ECONOMÍA SOSTENIBLE	
PROCESOS INTERNOS	IMPLEMENTAR PLANTAS PILOTO	IMPLEMENTAR LA INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	IMPLEMENTAR PLANTAS INDUSTRIALES	DESARROLLAR LA GESTIÓN COMERCIAL Y LOGÍSTICA DE VENTA
	GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL			
	REALIZAR GESTIÓN FINANCIERA, ADMINISTRATIVA, LOGÍSTICA Y DE CONTROL			
APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO	IMPLEMENTAR LA GESTIÓN MEDIO AMBIENTAL			
	INVESTIGAR Y DESARROLLAR TECNOLOGÍA EN SALMUERAS Y SALES	DESARROLLAR LA EXPLORACIÓN Y GEOLOGÍA DE LOS YACIMIENTOS	INVESTIGAR Y DESARROLLAR TECNOLOGÍA EN MATERIALES Y BATERÍAS	PROYECTAR Y GESTIONAR LOS PROYECTOS Y ALIANZAS ESTRATEGICAS
			DESARROLLAR LA GESTIÓN DE CALIDAD	DESARROLLAR LAS CAPACIDADES DEL PERSONAL

Cuadro de mando integral

## 1.2 PERSPECTIVA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN

La industrialización de los recursos evaporíticos, en el periodo 2016 – 2020, toma una relevancia mayor al completar su Fase I de investigación y pilotaje, desarrolla e implementa la Fase II de producción industrial y avanza en los acuerdos para la implementación de la Fase III de industrialización no sólo del salar de Uyuni, sino que se avanza en los salares de Coipasa y Pastos Grandes Fase IV.



## 1.3 EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DEL 2018

Proyecto/Actividad	Fuente de Finan.	Fuente de Finan.	Presupuesto Vigente	Presupuesto Ejecutado	% Ejecución
<b>GASTO CORRIENTE</b>					
Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Uyuni Fase I	20	Recursos Propios	65.862.120	62.190.683	94%
<b>PROYECTOS DE INVERSIÓN</b>					
Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Uyuni - Planta Industrial Fase II	92	Préstamo BCB	1.353.077.809	701.078.526	52%
Implementación centro de Investigación Desarrollo y Pilotaje La Palca - Potosí	92	Préstamo BCB	118.967.686	27.412.145	23%
Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Coipasa	20	Recursos Propios	1.814.992	1.006.155	55%
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>				1.473.860.487	49,50%
<b>TOTALES</b>				1.539.722.607	51%



## 2. DIRECCIÓN DE OPERACIONES

La Dirección de Operaciones dentro la empresa Yacimientos del Lito Bolivianos se encarga de la planificación, evaluación, ejecución e implementación de las obras en general las cuales permitirán la industrialización de los recursos evaporíticos, también del procesamiento y producción de las sales en plantas industriales, actividades que generan un impacto económico positivo y desarrollo sostenible social/ambiental.

### 2.1 PLANTA DE CONCENTRACIÓN DE SALES

Se encarga de la generación de la materia prima para las plantas de producción, realizando la operación de piscinas de evaporación de salmuera y la producción de sales de: cloruro de sodio, sales de potasio y sulfato de litio, sales de magnesio además de otras sales, en rangos de concentración establecidos a requerimiento de las Plantas de producción.

#### PISCINAS DEL CIRCUITO ACOPLAMIENTO



Este circuito inicialmente sirvió para realizar pruebas de bombeo y cortes en el proceso de evaporación, los resultados se los implementó en piscinas a nivel industrial, a la fecha continua la operación de estas piscinas aportando cristales para el procesamiento en las plantas.

## CIRCUITO INDUSTRIAL



El circuito industrial de piscinas estará compuesta por 20 líneas de producción, cada línea consta de 8 piscinas donde albergan salmuera en sus diferentes etapas para la producción de sales de manera fraccionada, como ser: sales de halita, silvinita, mixtas, sulfato de litio y salmuera residual.

Durante esta gestión se fue poniendo en marcha la operación de más líneas de piscinas, para incrementar la producción de sales de potasio por lo cual es necesario que la salmuera de alimentación sea trasvasada entre piscinas para su concentración/ cristalización hasta alcanzar sus respectivas etapas.

Para cubrir el abastecimiento de salmuera, se implementaron redes de bombeo, se inició con el funcionamiento la Red de Bombeo en su fase 1 que cuenta con 8 pozos de producción. Durante esta gestión se habilitaron la Red de bombeo en su Fase 2 que comprende 6 pozos de producción y la Red de Bombeo en su Fase 3 que comprende 23 pozos de producción.

Durante esta gestión se realizó la instalación de estaciones de bombeo para el trasvase de salmuera entre piscinas los cuales se encuentran ubicados en ocho líneas de piscinas del circuito industrial y que cuentan con su respectivo sistema de lavado, este sistema fue diseñado por el personal de operación de piscinas, se implementó en base a las experiencias del personal del area, el cual permite el proceso de lavado de la bomba y el sistema de trasvase. Es destacable mencionar que ya se realizó la cosecha de sales producidas en piscinas industriales.

## COSECHA DE SALES

La cosecha en sales es la culminación de una etapa de producción en una determinada piscina que se concluye con la recolección y traslado de sales a plataforma de entrega,

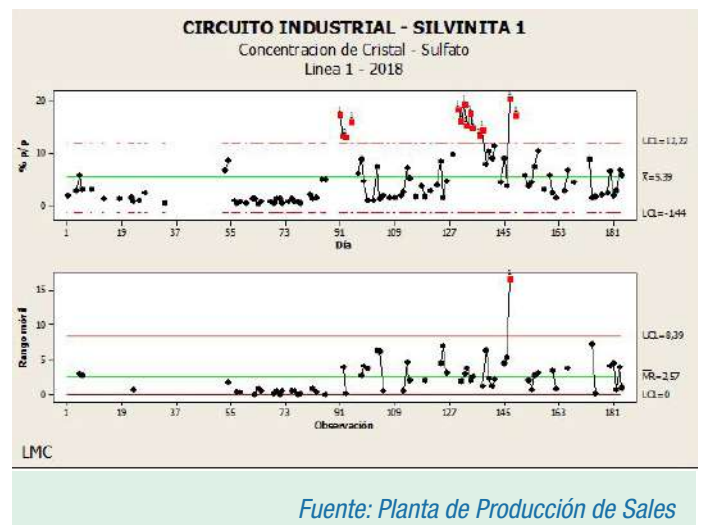
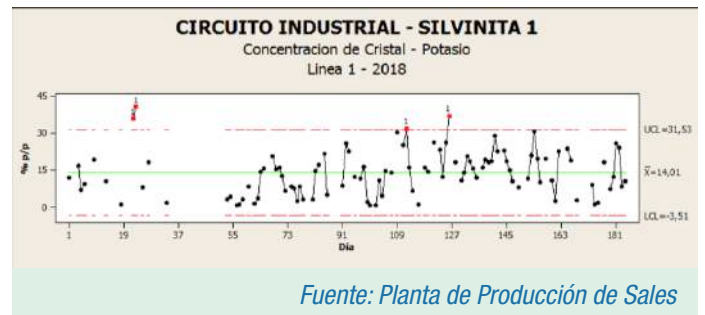
posteriormente esta piscina comienza nuevamente el ciclo de producción de sales.

Durante la presente gestión se realizó cosechas de manera continua de sales de diferentes piscinas en el circuito industrial como en el circuito acoplamiento, con el objetivo de incrementar la producción de la Planta Piloto de Carbonato de Litio y el inicio de operaciones de la Planta Industrial de Sales de Potasio.

## CONTROL

Para el control de producción sales en las diferentes piscinas se maneja cartas de control mensual que nos permite detectar variaciones y fluctuaciones, es necesario mencionar que el factor climático es una de las variables a la cual se le hace un seguimiento permanente con estaciones meteorológicas, con la información obtenida durante estos últimos 10 años se estableció parámetros de operación de piscinas según la estación del año.

A continuación de manera concreta y resumida se describe la variación en concentración del ion potasio en cristal que se obtuvo en la piscina de silvinita 1 en base al control y operación desarrollado esta gestión.





Las mejoras continuas realizadas desde la gestión 2016, particularmente en la presente gestión, se logró realizar la optimización productiva reflejando un incremento en la cantidad de producción mayor al 125% en comparación a la gestión 2017, cuidando la calidad del producto alcanzado desde la pasada gestión dentro de los estándares de comercialización en el mercado global de un producto de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  en grado técnico pureza del 99% mínimo.

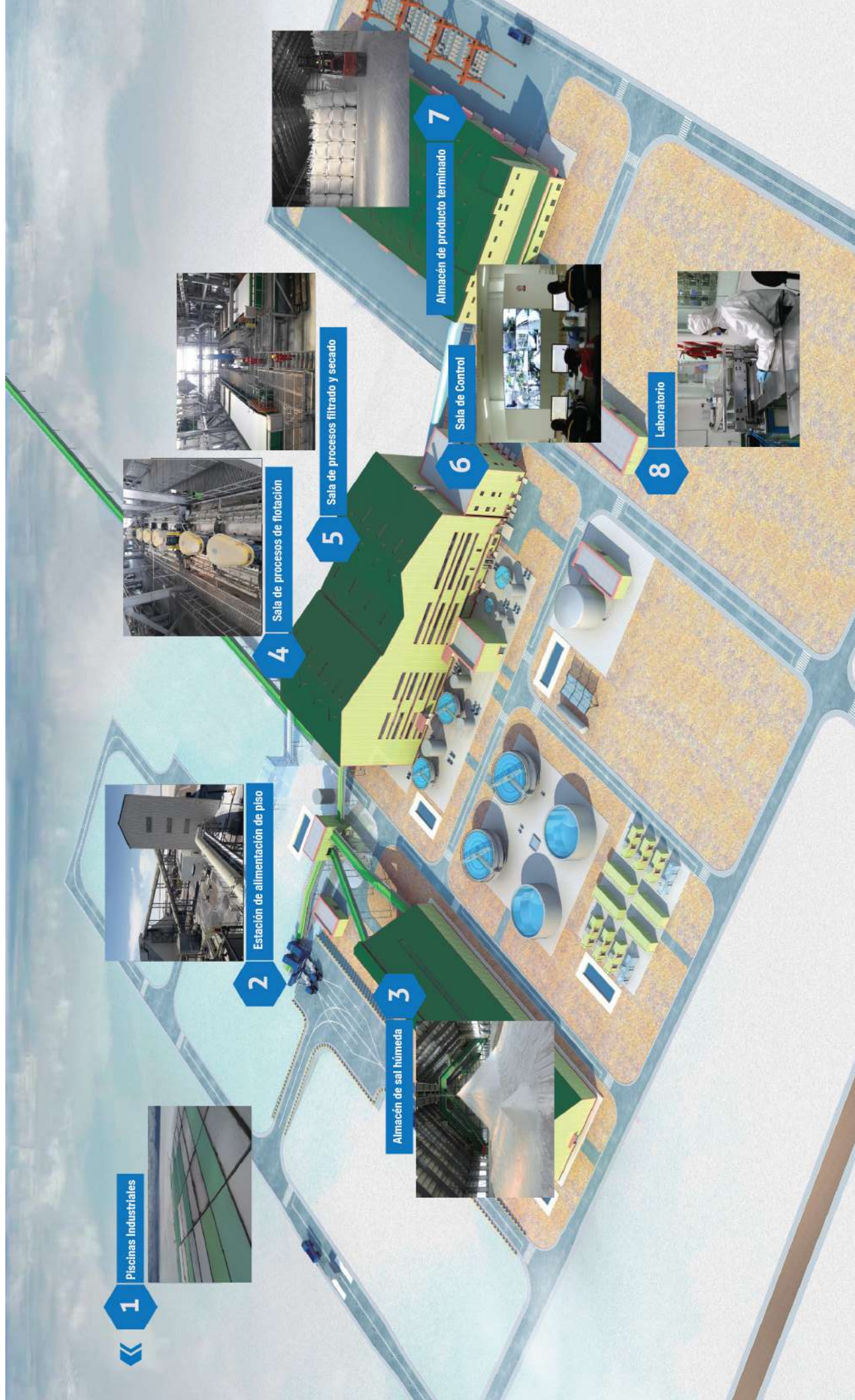
Se logró superar el PLAN DE PRODUCCIÓN de 200 TM/2018, alcanzando una producción de 250 TM de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  grado técnico, el mismo se ha logrado gracias al compromiso permanente del personal Técnico y Operativo de la Planta.

Citamos algunos de los trabajos realizados en la gestión 2018.

- Se realizó el diseño, montaje y puesta en marcha de una torre grúa, para el manejo óptimo y seguro de insumos, mejorando el tiempo de traslado y manipuleo de sustancias y/o insumos (cal viva y ceniza de soda) para la obtención de carbonato de litio.
- Diseño y reinstalación de ductos y piping de: salmuera de dilución, encalado, carbonatación 1, carbonatación 2, agua osmotizada, red de vapor y ducto de aire comprimido.
- Instalación y puesta en marcha de Filtro de Cinta OUTOTEC Larox, que contribuyó significativamente en el incremento de producción y mejorar el porcentaje de humedad del producto carbonato de Litio, por sus propiedades técnicas y capacidad de filtración.

## 2.3 PLANTA INDUSTRIAL DE CLORURO DE POTASIO

La Planta Industrial de Cloruro de Potasio fue inaugurada en octubre del 2018 y tiene una capacidad de producción de 350.000 TM/año. Su infraestructura tiene las siguientes áreas de trabajo: estación de alimentación de piso, almacén de sal húmeda, sala de procesos de flotación y secado, sala de control, sala de producto terminado y secado, sala de control, almacén de producto terminado y laboratorio.





El proceso productivo de obtención de Cloruro de potasio; contempla las siguientes etapas:

1. Acopio y transporte de los cristales de Silvinita hacia la planta industrial de Cloruro de Potasio, específicamente al sector del buzón de alimentación.
2. Alimentación de los cristales de Silvinita.
3. Molienda primaria y secundaria, para asegurar la granulometría requerida en las siguientes etapas del proceso.
4. Clasificación del producto intermedio de la molienda, para garantizar que existe la mayor superficie de contacto, que es preciso tener en las siguientes fases del proceso.
5. Lavado de este producto intermedio para su acumulación y dosificación junto al reactivo colector, para ingresar en el sistema de flotación scavenger, flotación cleaner y flotación rougher.
6. Lixiviación para luego pasar a la separación sólido líquido en filtros especializados para este fin.
7. Secado y envasado.

La parametrización de este proceso es fruto de la aplicación metodológica y ascendente del estudio de diseño, del desarrollo de pruebas en laboratorio, de la implementación de la planta piloto, donde se efectuaron las optimizaciones requeridas para afinar el proceso a nivel industrial; quedando como meta a mediano plazo, llegar a la capacidad óptima en función de la demanda incremental, que seguramente tendrá este producto.

A la fecha la planta de Cloruro de Potasio se encuentra en plena operación obteniendo Cloruro de Potasio al 95% de pureza, los insumos requeridos y utilizados en el proceso son: agua y solución salina saturada en potasio, gas licuado de petróleo G.L.P, bolsas de 1 tonelada y de 50 Kg, anti aglomerante, reactivo de flotación (colector GA-16)

Las 85 personas que son parte de la planta, entre técnicos y operativos, que se encargan de la operación en las diferentes áreas al interior de la misma y 50 personas de diferentes áreas que son responsables de realizar los servicios a la operación de la planta, como ser eléctricos, mecánicos, analistas de laboratorio, mezcla y alimentación de materia prima; están distribuidos en tres grupos considerando el sistema de trabajo en campamento.

El Cloruro de Potasio actualmente es demandado por 3 principales mercados: Estados Unidos, Brasil y China, siendo el mercado de Brasil un mercado de gran demanda potencial

para nuestro país debido a la cercanía que permite mantener un flujo comercial constante, un precio de beneficio mutuo entre ambos países y a la vez permite reducir los tiempos en los cuales el producto llega a dicho destino, así mismo, el 93% de la demanda total mundial del Cloruro de Potasio Standard corresponde para uso en el rubro de fertilizantes y un 7% para aplicaciones industriales.

## 2.4 OBRAS CIVILES

### RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PLANTA LLIFI - PISCINAS INDUSTRIALES



El proyecto: “RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PLANTA LLIFI – PISCINAS INDUSTRIALES”, ha sido conceptualizado por la Dirección de Operaciones de la YLB y ejecutado por la empresa GERIMEX S.R.L. con una tubería HDPE de diámetro 8 pulgadas por una distancia de 26 km que llega a las Piscinas Industriales, el objetivo es proveer agua dulce a la planta Industrial de Cloruro de Potasio para el funcionamiento y operación de esta planta, además está previsto también la alimentación a las piscinas industriales para el sistema de lavado de bombas.

### CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS INDUSTRIALES



Conformación de piso cover

La construcción de diques como una de las etapas importantes en lo que respecta al proyecto: Desarrollo integral de las salmueras del Salar de Uyuni, viene siendo encarada de manera directa por Yacimientos de Litio Bolivianos, en tal sentido para estos trabajos, de manera anual se viene



planificando los objetivos y las metas para concluir a tiempo estas construcciones.

De acuerdo a programación de actividades, durante la presente gestión se ejecutan las actividades de regular, las actividades principales comprenden lo siguiente:

- Construcción de diques
- Conformación de piso cover
- Perfilado de coronas, taludes y mejoramiento de pisos (fondo de piscina)
- Impermeabilización de Piscinas Industriales
- Nivelado de piso cover
- Aseguramiento y conformación de capa de protección en coronas

### IMPERMEABILIZACIÓN DE PISCINAS INDUSTRIALES

Básicamente, los trabajos a ser ejecutados para el proyecto "Impermeabilización de Piscinas Industriales se procedió con la impermeabilización de cuatro líneas de piscinas en sus etapas de Silvinitas a reservorio, las cuales aun siguen en proceso de impermeabilización.



*INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA PVC DE 0,75 MM.*

### CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DEL TERRAPLEN LLIPI

Este proyecto tuvo como objetivo la ampliación y construcción de la plataforma de terraplén existente para el acceso hacia la Planta Piloto, Planta Industrial de KCl, y Sub Estación Eléctrica Salar, donde se realizó la instalación y tendido de la línea eléctrica de alta tensión de 115 kV subterránea de 20.1 Km longitud en el Salar de Uyuni por la empresa ENDE TRANSMISIÓN.



*CONFORMACIÓN DE CAPA SUB BASE*

### "SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN DOMESTICO E INDUSTRIAL PARA EL PROYECTO DESARROLLO INTEGRAL DE LA SALMUERA DEL SALAR DE UYUNI".

El proyecto: "SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN DOMESTICO E INDUSTRIAL PARA EL PROYECTO DESARROLLO INTEGRAL DE LA SALMUERA DEL SALAR DE UYUNI", ha sido conceptualizado por la Dirección de Medio Ambiente de la YLB y ejecutado por la Empresa Constructora VITTORIO S.R.L., el objetivo principal del proyecto es el de tratar todas las aguas residuales generadas por la población de trabajadores del campamento Llipi y la planta industrial de potasio, con la operación de la misma se mitigara la contaminación en el salar de Uyuni.

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (PTAR I)



*TANQUES ELEVADOS DE HºAº PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA, PARA ALMACENAMIENTO DE REGENERANTES, INFRAESTRUCTURA PARA DESIONIZADORES (+) Y (-) Y DESIONIZADORES.*

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PTAR D



*TINGLADO METALICO C/CARPA SOLAR P/MEJORAR LA REMOCIÓN DE LA PTAR.D, PARA AUMENTAR LA TEMPERATURA DEL AGUA*



### 3. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Durante la gestión 2018 las unidades dependientes de la Dirección de Investigación y Desarrollo han realizado diferentes trabajos en función a los objetivos estratégicos programados a principios de la presente gestión. Entre los trabajos llevados a cabo en las diferentes unidades se tiene:

#### **UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

Optimización de procesos para la obtención de materia prima y sales comerciales, así como la evaluación del procesamiento de salmueras del sector industrial en Uyuni y otros salares. En este sentido se desarrollaron los siguientes trabajos:



*Parte del Personal de Investigación*

### 3.1 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CLORURO DE POTASIO

En coordinación con el área productiva de la Planta de Cloruro de Potasio se desarrollaron de manera constante diferentes investigaciones, para la optimización del proceso de obtención de las Sales de Potasio de interés conjunto, considerando las posibles variaciones que se pueden tener en la materia prima, siendo que su obtención depende de factores climáticos.

Entre los aspectos principales que se consideraron para evaluar y optimizar el proceso de flotación para la obtención de sales de silvita se tienen:

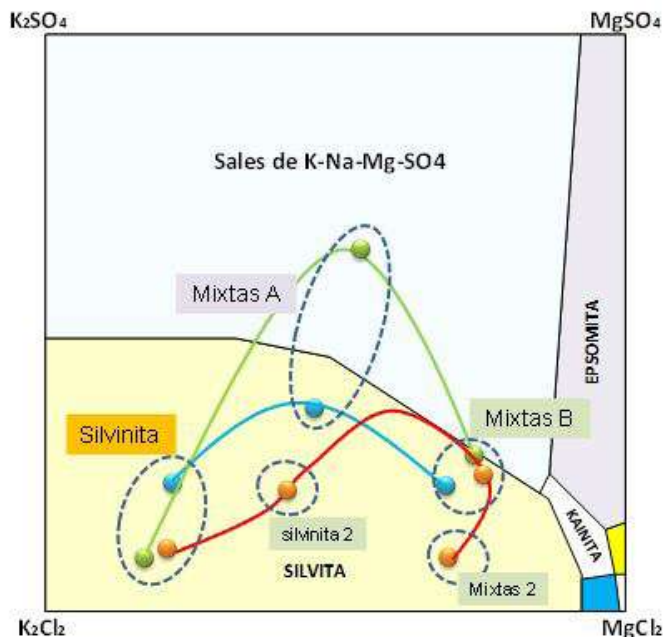
- Factores químicos: Composición de materia prima, tipo de salmuera, colectores, espumantes, depresantes, aceites extensores y pH.
- Factores Físicos: Flujo de alimentación, mineralogía, distribución, granulometría, densidad de pulpa y temperatura.
- Factores mecánicos: Diseño de la celda, agitación/turbulencia, flujo de aire, configuración de banco de celdas y control de nivel.

Todos son aspectos importantes a considerar en esta etapa de estudio de optimización, sin embargo se hizo hincapié en los factores químicos, realizando los siguientes estudios.

#### Estudio de las reacciones de las Sales de Potasio

Las sales de potasio que precipitan en la salmuera de Uyuni se encuentran distribuidas en las etapas de Silvinita, Mixta A y Mixta B, este ion se presenta como silvita (KCl), Carnalita ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y kainita ( $\text{KClMgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ).

La planta de flotación de potasio requiere que las sales se conviertan a silvita, por lo cual se realizó el estudio de las reacciones químicas que presentan las sales en un medio acuoso, estas reacciones pueden ser comprendidas con el diagrama de pares Salinos Recíprocos, el cual se modificó y ajustó, ya que el mismo puede ser aplicado a sales con bajo contenido de sodio y las sales con las que se trabajó poseen un contenido de este ion más alto. Según el ajuste efectuado las concentraciones de sales precipitadas se representaron en la zona de estabilidad de potasio.



Representación de sales de potasio-Uyuni en el diagrama de pares salinos  $\text{K}_2\text{SO}_4$ - $\text{MgCl}_2$

#### Conversión de sales mixtas en Silvinita

Haciendo uso del diagrama de fases ajustado, es posible predecir las mezclas de sales y salmueras para incrementar la formación de KCl. Con esta información se desarrolló un proceso por el cual es posible transformar las sales "Mixta A y B" que tienen elevados contenidos de Kainita y Carnalita, en una sal similar a Silvinita, gracias a la mezcla de un cierto tipo de la salmuera con las sales. Se estudiaron las proporciones adecuadas para favorecer la formación de Cloruro de Potasio.



Personal de Investigación durante la ejecución de pruebas

### Obtención de Cloruro de Potasio de grado comercial

Una vez realizada la transformación, se ejecutaron pruebas de flotación y lixiviación con los parámetros que se emplean actualmente en planta y se logró obtener cloruro de potasio con una concentración igual o mayor a 95%.

### Ruta de cristalización de la salmuera de conversión

Posterior a la conversión se tiene una salmuera remanente con la cual se realizó pruebas de evaporación para determinar su ruta de cristalización. Los resultados mostraron que se tiene una leve desviación en el ion potasio, pero que es posible recuperar sales con las mismas características de las etapas de Mixta A y Mixta B como también Sulfato de Litio; la diferencia que se presenta es que esta salmuera no presenta la etapa de Halita.

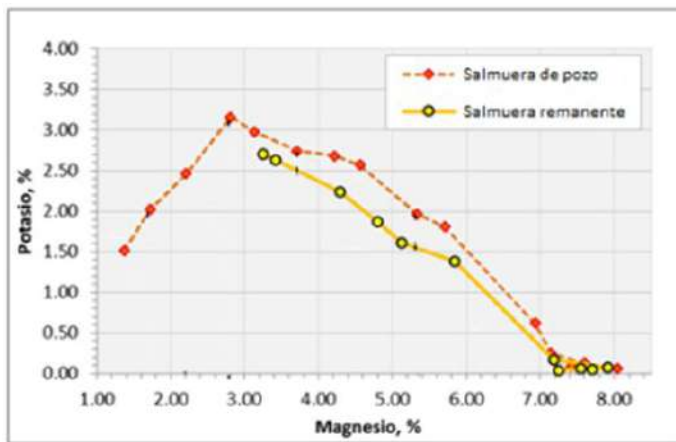


Figura. Comportamiento del ion Potasio, en función de la composición de Magnesio durante la evaporación de la salmuera remanente.

## 3.2 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE CARBONATO DE LITIO

En coordinación con personal de la Planta de Carbonato de Litio, se desarrolla la optimización de su proceso productivo. El estudio básicamente pretende abarcar cada una de las etapas dentro del proceso, desde la disolución, encalado y carbonatación.

### Encalado de sulfato de Litio, efecto del Magnesio

De acuerdo a las reacciones Químicas, es improbable que ocurra la reacción del sulfato de la salmuera con la lechada de cal, para formar Sulfato de Calcio; en cambio la reacción química entre el Magnesio y la lechada de cal reacciona formando Hidróxido de Magnesio y se libera el Calcio que reacciona con el Sulfato para formar Sulfato de Calcio. Esto quiere decir que sin la presencia de Magnesio, la probabilidad de formación de Sulfato de Calcio disminuye.

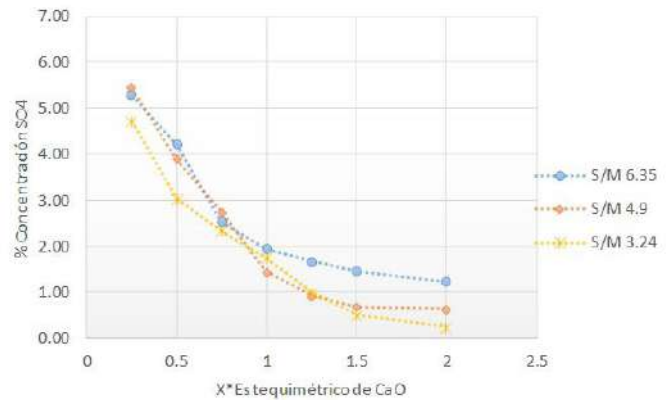
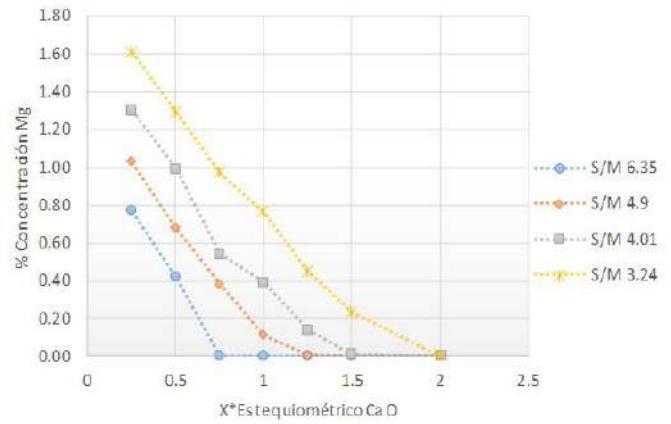


Figura: Curvas de eliminación de magnesio y sulfato para sales de sulfato de litio variando la relación másica  $Mg/SO_4$  (S/M)

En la figura se observa que la eliminación de magnesio es casi total en la salmuera con la cantidad adecuada de lechada de cal, en cambio el sulfato no logra eliminarse completamente, pero se observa que esta depende de la cantidad de Magnesio presente en la materia prima.

### Tipo de cal empleado

Otra serie de pruebas se destinó para la verificación del efecto del tipo de cal en el proceso, obteniendo que la diferencia entre los tres tipos empleados no es significativo, solo demanda un mayor consumo (de acuerdo al %Ca en la cal), teniendo la misma cantidad de lodos al final. Durante las pruebas se observó que si la relación  $Ca/SO_4$  es igual a uno en los lodos, nos indica que todo el Calcio se encuentra presente como Sulfato de Calcio; en el caso que este valor incremente entonces se observa que el Calcio no reacciona totalmente con el Magnesio y se mantiene como Hidróxido de Calcio.

### Etapas de carbonatación

En las etapas finales de carbonatación se desarrollaron pruebas para verificar el efecto de la concentración de Sulfato y su efecto en la recuperación de Litio, cuyo resultado nos

brindó información que evidencia una notoria diferencia entre las salmueras con diferentes concentraciones de Sulfato, además el efecto de la adición en exceso de Carbonato de Sodio que no logra ser favorable en su totalidad.



Personal de investigación efectuando pruebas de carbonatación

### Identificación de rutas de cristalización de salmueras.

Las pruebas de evaporación y simulación de evaporación de salmueras como Coipasa, Uyuni, Pastos Grandes y otros ayudan a identificar y cuantificar las concentraciones de salmueras y sales que precipitan. A partir de estos datos se realiza el diseño de las piscinas de evaporación y la capacidad que tendrá una planta de procesamiento de sales.

Uno de los trabajos realizados son los pozos concentrados del Salar de Uyuni que actualmente están en etapa de estudio, de los cuales a partir de las pruebas de evaporación y simulación se identificaron cuatro etapas para su procesamiento.

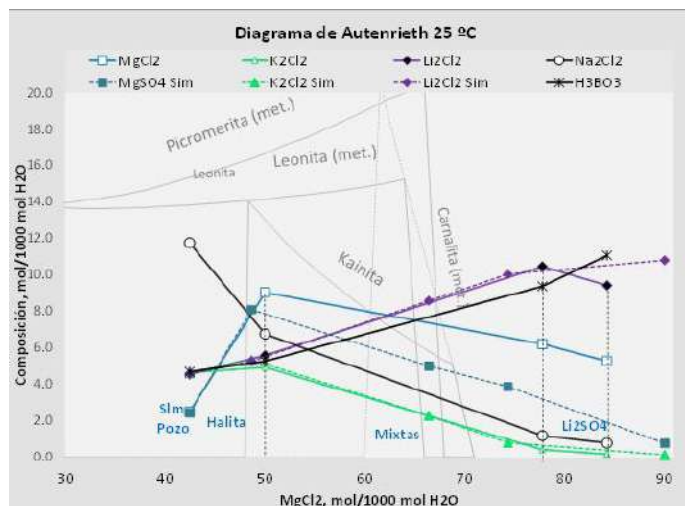


Figura Comportamiento, ruta de cristalización de pozos concentrados del salar de Uyuni representado en el diagrama Autenrieth a 25 °C

La figura anterior muestra la curva de saturación de los iones en la salmuera mediante simulación y el experimental, en esta gráfica se puede identificar las diferentes etapas que se presentan durante la evaporación. Durante estas pruebas se observó que estos pozos concentrados presentan la etapa de Halita más corta y las Sales de Potasio precipitadas son potencial para la obtención de Cloruro de Potasio y Sulfato de Potasio. También se evidenció que existe la etapa de Sulfato de Litio, el cual puede transformarse a Carbonato de Litio.



Análisis de tamaño de partícula

En la gestión 2018 también se han realizado pruebas de evaporación con salmueras del Salar de Pastos Grandes para identificar las etapas en la ruta de cristalización. Si bien existen ciertas diferencias en relación a la salmuera del Salar de Uyuni, tiene similitud en relación a las etapas presentes, pero se diferencian en la amplitud de cada una.

## Biotecnología

A partir del segundo semestre de la gestión se ha planteado nuevas líneas de investigación en el área de la Bioquímica, esto en virtud a la incorporación de un becario que ha sido beneficiario del Programa *100 Becas de Estudio de Postgrado en las áreas Científica Tecnológica y de Salud*. Los trabajos propuestos son los siguientes:

- **Producción de estruvita.** La estruvita es una sustancia que sirve como fertilizante, con alto contenido de fósforo, magnesio y nitrógeno. Al contar como un subproducto en la evaporación de la salmuera en piscinas de evaporación como es la bischofita, además que se cuenta con baños secos donde se generan volúmenes considerables de orina, se pretende aprovechar ambos como materia prima mediante la fermentación microbiana para la producción de estruvita. Durante el segundo semestre del presente se han logrado coleccionar y cultivar consorcios microbianos provenientes de las costas del Salar de Uyuni, que han demostrado favorecer la cristalización de estruvita en condiciones de laboratorio.



Trabajo de cultivo de microorganismos



Purificación de sales

- **Tratamiento de residuos de baterías,** se plantea el uso de bacterias sulfuro-oxidadoras para liberar los metales de los residuos hacia un medio líquido que se generan en la fabricación y ensamblaje de baterías.

## 3.3 UNIDAD DE DESARROLLO

Los objetivos estratégicos de esta unidad son: la producción de sales y derivados como materia prima para las plantas de procesamiento y optimizar los circuitos de tratamiento de salmueras. En este sentido los trabajos realizados en esta gestión son los siguientes:

### Traspaso de los Circuitos de Piscinas

En la gestión 2013 se da inicio a la operación del circuito de piscinas acoplamiento, con los objetivos de incrementar la materia prima para las Plantas Piloto de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio, así también ir optimizando las cosechas de las piscinas. Todo este trabajo ha sido llevado a cabo por el personal de procesos perteneciente a la Unidad de Desarrollo.

A mediados del 2016, el personal de procesos se hizo cargo de la operación y control del Circuito Industrial de Piscinas; hasta finales del 2017 se realizó la puesta en marcha de cuatro líneas en función a la implementación de los sistemas de bombeo y la energización de los mismos.



Personal Área de Procesos – Operación Piscinas

En la presente gestión, se ha efectuado el traspaso de estos circuitos de piscinas a la Dirección de Operaciones, quien está encargada del manejo de las Plantas Industriales; esta actividad ha consistido en la migración de todo el personal técnico y operativo del área de procesos (sección piscinas), el cual ha adquirido la experiencia necesaria durante las gestiones pasadas para la operación y control de los circuitos. De igual forma se realizó la entrega de bienes e insumos para el normal desenvolvimiento de las actividades, así como toda la documentación generada (procedimientos, registros, planillas de control, etc.)

### Implementación de automatización en puntos de bombeo.

Siendo la salmuera una solución que provoca corrosión, abrasión y cristalización, condiciones particulares del lugar, se desarrollaron circuitos de piping para el lavado de la bomba y tuberías, de esta manera se evita un trabajo discontinuo. Además, como el área de operación en piscinas viene incrementándose gradualmente, es necesaria la implementación de un sistema de automatización que permita la operación desde un centro de control y así minimizar errores de medición en los diferentes puntos de bombeo, para ello se desarrolló un prototipo de diseño para su implementación.

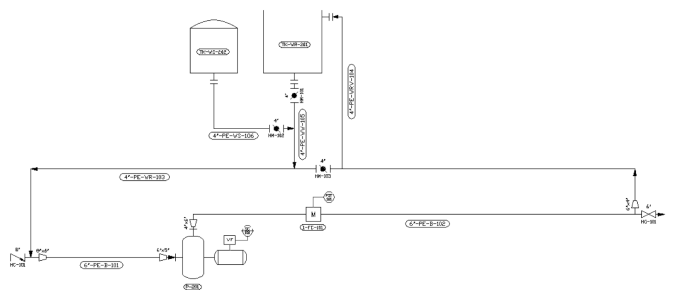


Figura. Diagrama automatización punto de bombeo

## 3.4 UNIDAD DE LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

El Laboratorio de Análisis Químico tiene como objetivos estratégicos:

- Mantener el soporte del laboratorio de análisis químico de apoyo a la investigación y producción.
- Mantener los requisitos de la norma 17025 para la exportación de producto final.
- Capacitar y formar al personal de laboratorio.
- Implementación y puesta en marcha del laboratorio de análisis químico de la Planta Industrial de Sales de Potasio.



Personal de Laboratorio de Análisis Químico

Dentro estos objetivos, durante la gestión 2018 se ha realizado las siguientes actividades:

### Servicio de análisis

El laboratorio de análisis químico de Planta Llipi, realizó el análisis de 16.896 muestras de enero a octubre de 2018, las cuales provienen de las diferentes áreas de la empresa como ser: Planta Piloto de Carbonato de Litio, Planta Industrial de Sales de Potasio, Geología (Perforaciones de pozos), Investigación, Piscinas Acoplamiento, Piscinas Industriales. En la siguiente tabla se detallan la cantidad de muestras analizadas.

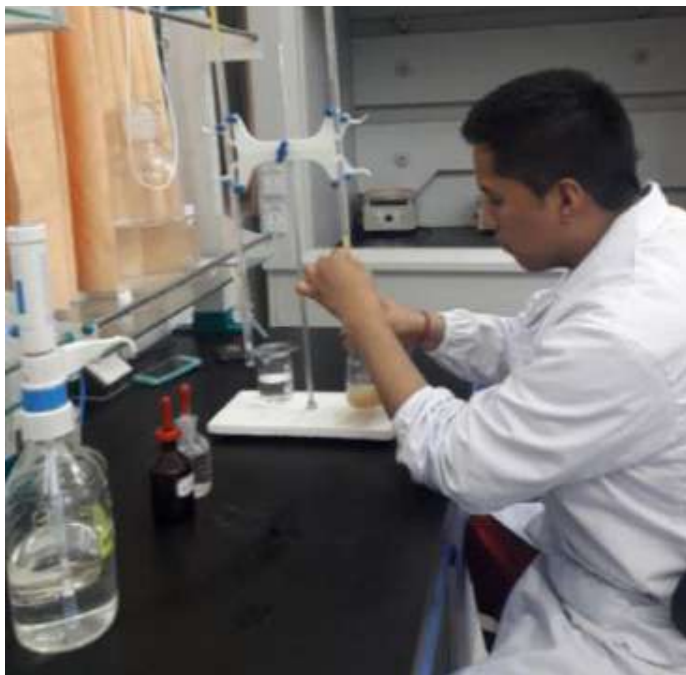
Nº	MES	TIPO DE MUESTRA		TOTAL/MES
		SALMUERA	CRISTAL	
1	ENERO	538	399	937
2	FEBRERO	600	438	1.038
3	MARZO	1.057	746	1.803
4	ABRIL	1.000	798	1.798
5	MAYO	1.021	930	1.951
6	JUNIO	962	683	1.645
7	JULIO	1.015	727	1.742
8	AGOSTO	966	1.079	2.045
9	SEPTIEMBRE	1.144	711	1.855
10	OCTUBRE	1.108	974	2.082
11	NOVIEMBRE	1.128	1.132	2.260
12	DICIEMBRE	884	1.069	1.953
TOTALES		11.423,00	9.686,00	21.109,00

Cantidad de muestras analizadas en laboratorio de análisis químico Planta Llipi

Cabe aclarar que el reporte de resultados es emitido en el lapso de 24 horas posterior a la entrega de las mismas, por cada muestra se analizó como mínimo 7 elementos (Litio, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, cloruros y sulfatos) en salmueras - cristales y 3 parámetros fisicoquímicos (densidad, pH) en salmueras y a solicitud del cliente, porcentaje de humedad en cristales.



*Trabajo de preparación de muestras*



*Análisis volumétrico*

### **Mantenimiento del sistema de gestión de Laboratorio de Análisis Químico Planta Llipi bajo la norma NB ISO/IEC 17025:2005.**

Durante la gestión 2018 se realizaron diferentes actividades con el objetivo de mantener el Sistema de Gestión del Laboratorio de Análisis Químico Planta Llipi bajo la norma NB ISO/IEC 17025:200, estas actividades fueron las siguientes:

- Evaluación Anual de Seguimiento: En el mes de mayo el Laboratorio de Análisis Químico de Planta LLipi recibió la evaluación anual de seguimiento, por parte de la DTA IBMETRO, los resultados obtenidos permitieron demostrar que se mantiene la competencia técnica del laboratorio, en virtud a esto la DTA IBMETRO confirma la Acreditación DTA-TRAM-0164, en los métodos de ensayo de Litio, Potasio, carbonato y cloruros.
- Auditoría Interna: En el mes de octubre se llevó a cabo el servicio de auditoria interna con una empresa externa, en la cual se realizó la formación de auditores, con el fin de llevar a cabo las siguientes auditorías internas con nuestro personal de laboratorio.
- Ensayo de Aptitud: El Laboratorio de Metrología Química del IBMETRO, con el objetivo de determinar el desempeño de los laboratorios, ha organizado el Ensayo de Aptitud para la determinación de Litio, Potasio, Carbonatos y Cloruros, de esta actividad participaron siete laboratorios de los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí. El Laboratorio Acreditado de LLipi obtuvo resultados satisfactorios, lo que demuestra que las mediciones y reportes de resultados son confiables.



*Atestiguamiento del personal signatario en Absorción Atómica (auditoria interna)*



### Optimización y/o Desarrollo de métodos de ensayo.

A fin de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, se llevó a cabo la optimización y/o desarrollo de métodos de ensayo, los cuales se presentan a continuación:

- *Determinación de alcalinidad en muestras sólidas y líquidas (etapa de piscinas).* Metodología planteada por titulación por retrocesos para la determinación de carbonatos para cristales de las diversas etapas de evaporación de las piscinas.
- *Determinación de Níquel en matriz de carbonato de Litio producto final.* Metodología planteada para el desarrollo técnica instrumental de Absorción Atómica con Horno de Grafito.
- *Determinación de hierro en matriz de carbonato de Litio producto final.* Metodología planteada para el desarrollo técnica instrumental de Absorción Atómica con Horno de Grafito, de la presente investigación se llegaron al obtener resultados parciales, considerando que se encontraron interferencias.
- *Determinación de cobre en matriz de carbonato de Litio producto final.* Metodología planteada para el desarrollo técnica instrumental de Absorción Atómica con Horno de Grafito.
- *Optimización de la determinación de Magnesio, Sodio, Potasio y Calcio en baja concentración en matriz de carbonato de Litio.* Se realizaron pruebas preliminares.



Desarrollo de pruebas de optimización de métodos de ensayo

### Implementación del laboratorio de análisis químico de Planta Industrial de Potasio.

Debido a la firma del contrato con la empresa CHINA CAMC, en la gestión 2018 se concluyó la construcción y la implementación de la infraestructura del laboratorio, posterior al mismo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Pruebas preliminares de la puesta en marcha de planta, en el cual personal de laboratorio realizó la colaboración en el análisis a personal de la empresa CHINA CAMC.
- Puesta en marcha del laboratorio a cargo de personal de laboratorio, el cual actualmente están prestando servicio a la Planta Industrial de Potasio, para el control de todo el proceso de producción de producto final de cloruro de Potasio.

Se realizan aproximadamente el análisis de 36 muestras por turno de 12 horas considerando el análisis de cuatro iones: potasio, magnesio, sulfato y cloruros para salmueras y cristales. Los resultados emitidos por este laboratorio se encuentran entre 1 a 2 horas después de la entrega de las muestras.

#### a. CONVENIOS

YLB tiene suscritos convenios con diferentes universidades estatales y privadas del país, a través de estos convenios en la gestión 2018 se han iniciado los siguientes trabajos conjuntos:

##### i. Facultad de Ingeniería - UMSA

En el marco del convenio interinstitucional con esta institución se definieron dos líneas de investigación con el Instituto de Metalurgia y Ciencia de los Materiales:

- *Extracción solvente de Boro a partir de la salmuera Bischofita,* principalmente para la reducción de este ion considerando que es perjudicial la impregnación y oclusión, incluso su saturación perjudica a la cristalización de bischofita.
- *Alternativa de procesamiento de mineral de Cobalto,* siendo que para la fabricación de baterías de ion Litio, se va a requerir una variedad de insumos entre los cuales está el producto final de cobalto ( $\text{CoSO}_4$  grado batería), se afronta una investigación conjunta para el desarrollo y obtención a partir de menas de baja ley de la Mina San Luis Chulchucani.

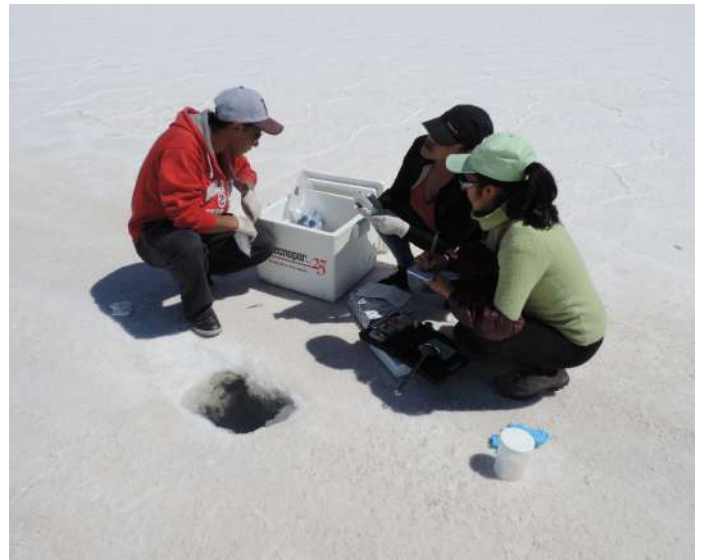
**ii. Facultad de Ciencia y Tecnología - UMSS y Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas - UMSA**

Durante la gestión el personal de la YLB (Medio Ambiente y la Unidad de Investigación) ha retomado las investigaciones en el área de biotecnología en coordinación principalmente con la FCFB-UMSA y la FCyT-UMSS, para establecer un intercambio de actividades enmarcadas en proyectos específicos para el estudio de comunidades microbianas presentes en los salares de Uyuni y Coipasa con sus potenciales usos en diferentes procesos industriales.



*Grupo Interinstitucional – Proyecto Cultivo y exploración de potencial de microalgas.*

En los salares y los lagos del sur de Potosí existe la probabilidad de albergar microalgas con potencial biotecnológico. Se han reportado especies que podrían constituirse en alimentos ricos en proteínas, nutrientes esenciales y oligoelementos, así como productoras de pigmentos y moléculas de aplicación farmacéutica. En el mes de noviembre de 2018 se llevó a cabo un viaje de toma de muestras con nuestros socios de las universidades, en el cual se recolectaron microalgas que actualmente son cultivadas en laboratorio y serán analizadas para establecer su potencial biotecnológico.



*Toma de muestras de microalgas*

**b. CAPACITACIÓN**

Dentro la misión de YLB está la preparación de técnicos y profesionales bolivianos para encarar la industrialización de toda la cadena productiva proveniente de los salares con los que cuenta nuestro país. Es en este entendido que se han llevado a cabo capacitaciones al personal que compone las diferentes áreas de la Dirección de Investigación y Desarrollo, dentro de estos cursos podemos citar:

**i. Funcionamiento y Operación de la Planta Industrial de Sales de Potasio**

Personal de Investigación participó de las capacitaciones impartidas por personal de la empresa CAMC sobre la operación de la Planta Industrial de Sales de Potasio, posterior a la misma se transmitió los conocimientos adquiridos a los diferentes grupos de postulantes quienes posteriormente serían seleccionadas para su operación.

**ii. Métodos de ensayo – Planta Industrial de Sales de Potasio**

Para la puesta en marcha del Laboratorio de Análisis Químico de la Planta Industrial de Sales la empresa CAMC contrato personal del *INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA CHANGSHA-CHINA* quienes vinieron a Bolivia para realizar la capacitación al personal de laboratorio en los métodos que se emplearan en este laboratorio. La modalidad de impartida fue teórico/práctica en las siguientes áreas:

- Preparación de muestras sólidas y líquidas.
- Determinación Potasio por método gravimétrico.
- Determinación de Potasio, Magnesio, cloruro y sulfatos por método volumétrico.
- Determinación de aniones y cationes por método instrumental de cromatografía iónica.



*Parte del personal de laboratorio capacitado por profesores de Changsha*

### iii. **Formación Técnica de la nueva versión de la Norma ISO/IEC 17025:2017**

En el año 2017 ha sido presentada oficialmente la nueva versión de la ISO/IEC 17025, la cual está estructurada en 8 puntos y 2 anexos, los cambios realizados toman en consideración la última versión de la ISO 9001:2015, por lo que esta nueva versión de ISO/IEC 17025:2017 da flexibilidad a la hora de definir qué información va a ser documentada.

En este sentido, en la gestión 2018 se ha llevado a cabo un curso de capacitación de la nueva versión de esta norma para el personal de laboratorio, con el objetivo de afrontar de forma conjunta los cambios en el sistema de gestión ya implantados en el laboratorio Acreditado con el que cuenta YLB. La migración a la norma ISO/IEC 17025:2017, hará posible que el laboratorio implemente el sistema de calidad de ensayo con los que garantizara la continuidad de la competencia para producir resultados válidos y confiables

### iv. **Actualización de métodos de ensayo**

La implementación de dos laboratorios en el Salar, uno para la planta industrial de sales de potasio y otro para la planta de producción de materia prima (circuito de

piscinas industriales), ha requerido que en la presente gestión se contrate a nuevo personal, por lo que se ha realizado cursos de actualización en los siguientes métodos:

- Preparación de muestras: Que contempla, preparación de muestras sólidas y líquidas, definición de las muestras replicas, preparación de muestras de disolución cambios físicos y químicos y eliminación de interferencias.
- Análisis clásicos: Métodos gravimétricos, sistemas complejos, aplicaciones de las valoraciones de neutralización y reacciones – valoraciones complexométricas y de precipitación.
- Métodos electroquímicos: Aplicaciones de potenciales de electrodo estándar, aplicaciones de valoraciones oxidación/reducción, potenciometría, electrogravimetría y voltametría.



*Personal de YLB en capacitación.*



## 4. DIRECCIÓN DE ELECTROQUÍMICA Y BATERÍAS

La Dirección de Electroquímica y Baterías, hace parte de la FASE III de Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia. Esta fase contempla tres proyectos operativos (uno a nivel de laboratorio e investigación, y dos a escala piloto):

- **Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos de Bolivia (CICYT MAT-REB):** Unidad encargada de realizar investigaciones y desarrollo de nuevos materiales y/o materiales avanzados, en la cual, se cuenta con las Áreas de: Síntesis de Materiales, Procesos de Purificación de Sales de Litio y Precursores y de Caracterización de Materiales.
- **Planta Piloto de Materiales Catódicos (PPMC):** Unidad que tiene por objetivo producir materiales catódicos de grado comercial estandarizados en cuanto a las propiedades estructurales, electroquímicas y fisicoquímicas de los materiales catódicos: LMO y NMC comerciales, para proveer de este material a la Planta Piloto de Baterías de Litio-ion y almacenaje.
- **Planta Piloto de Baterías (PPB):** Unidad en la cual, se puso mayor énfasis desde el punto de vista científico a entender, mejorar, modificar y crear nuevos diseños en cuanto a tecnología, basado en el cambio de nuevos insumos disponibles en el mercado, así como las que se van produciendo en la Planta Piloto de Materiales Catódicos y en el Centro de Investigación CICYT MAT-REB, ambos de YLB. El objetivo fundamental, es crear nuevas tecnologías en base a nuevos materiales para la producción de baterías de ion litio a escala piloto

## Constitución de Asociación para conformar la Empresa Pública YLB ACISA - E.M.

Desde finales de 2016 se tuvieron acercamientos con más de 15 empresas de Europa, Asia y América (Alemania, Australia, Canadá, Chile, China, Reino Unido, Rusia, Suecia y Suiza), interesadas en conformar una asociación estratégica con Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) para la Industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia.

Las propuestas de las empresas interesadas en industrializar la salmuera residual del Salar de Uyuni consideraron la instalación, implementación, puesta en marcha, operación y administración de plantas industriales de Hidróxido de Litio, Materiales Catódicos y Baterías de ion Litio.

Las empresas interesadas debían aceptar y cumplir con los principales requisitos exigidos, mismos que fueron:

- El Estado Boliviano será el socio mayoritario en el proyecto.
- La empresa debe demostrar alta capacidad tecnológica en el rubro.
- La empresa debe garantizar el mercado para toda la producción de sales y baterías fabricadas en el país.
- La materia prima es únicamente la salmuera residual proveniente del proceso productivo de YLB.

En abril del 2018, YLB seleccionó a la empresa alemana ACI Systems (ACISA) como su socia estratégica entre 8 empresas finalistas (1 alemana, 1 canadiense, 5 chinas y 1 rusa), cuyo proceso de evaluación y selección se prolongó por más de un año debido a la complejidad y el número de las plantas industriales propuestas.

Posteriormente, en fecha 12 de junio de 2018, YLB y ACISA suscribieron un Convenio Preliminar para la constitución de una sociedad mixta, y en fecha 6 de octubre de 2018 se firmó la Minuta Preliminar de Constitución de la Sociedad Mixta, en un acto desarrollado en la Casa Grande del Pueblo con la participación del Vicepresidente del Estado y el Ministro de Economía del Estado de Turingia, Alemania, además de una delegación especial de funcionarios y empresarios alemanes.



*Firma de convenio en Alemania*

Entre octubre y noviembre del 2018, los equipos técnico y jurídico binacionales lograron elaborar y acordar los Estatutos de la Asociación y el Estudio de Identificación del emprendimiento.

Con estos antecedentes, se ha elaborado y promulgado por el Presidente del Estado Plurinacional de Bolivia, Evo Morales Ayma, el Decreto Supremo No 3738 de creación de la Empresa Pública YLB ACISA - E.M., el día 10 de diciembre de 2018, dando estricto cumplimiento a las normas que rigen la creación y funcionamiento de las empresas públicas mixtas en territorio boliviano.

### **Estatutos.**

Los estatutos de la Empresa Mixta establecen la denominación de la sociedad, su duración, objeto social, domicilio, capital social, participación accionaria y los órganos de gobierno y gestión de la sociedad (Junta de Accionistas, Directorio y Staff Ejecutivo Operativo).



Este importante documento ha sido suscrito el 12 de diciembre de 2018 en la ciudad de Berlín, República Federal de Alemania por el Ing. Juan Carlos Montenegro, Gerente Ejecutivo de Yacimientos de Litio Bolivianos - Corporación (YLB) y por el Prof. Dr. Wolfgang Schmutz, Presidente de ACI Systems y tuvo por objeto consolidar la fundación de la empresa mixta para la industrialización del Litio en Bolivia, además de poner en conocimiento de ambas empresas el Decreto Supremo 3738 que otorga el marco jurídico para el inicio de operaciones.

La delegación boliviana estuvo encabezada por el Canciller Diego Pary, el Ministro de Energías Rafaél Alarcón, la delegación diplomática en Alemania y el Gerente Ejecutivo de YLB, Juan Carlos Montenegro.

La delegación alemana estuvo encabezada por el Ministro Federal de Economía y Energía Sr. Peter Altmaier.

#### **Empresa Pública YLB ACISA - E.M.**

La relación con ACISA implica la constitución de dos empresas mixtas subsidiarias de YLB Corporación:

- YLB - ACI EM (Sales de Litio), empresa ya constituida.
- YLB - ACI EM (Materiales Catódicos y Baterías), a constituirse en 2019.

La empresa constituida tiene carácter Público Mixto y tiene por objetivo la producción industrial de Hidróxido de Litio e Hidróxido de Magnesio, a partir de la salmuera residual del Salar de Uyuni y la comercialización de los productos generados en el mercado nacional e internacional. Por otro lado, la Empresa Mixta tendrá una duración de setenta años y su domicilio legal radica en la ciudad de La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia, pudiendo establecer agencias y sucursales, en territorio boliviano y en el exterior del país, sujeto a la normativa boliviana (Ley 466 de Empresas Públicas).

#### **Principales Acuerdos.**

- Producción de Hidróxido de Litio (grado batería) a partir de la salmuera residual.
- Mercado asegurado para todos los productos.
- Acceso al agua y electricidad a costos y tarifas establecidas en la normativa boliviana.
- Derecho de uso de terrenos, áreas de construcción, caminos de acceso, agua, electricidad y demás servicios garantizados para el proyecto.
- Cumplimiento de los estándares internacionales para acceder a los instrumentos de financiamiento.

- Realización de estudios de viabilidad para la industrialización del Hidróxido de Magnesio, Ácido Bórico y Litio metálico.
- Inicio de las actividades preliminares para la conformación de la segunda empresa mixta para Materiales Catódicos y Baterías.

### Cronograma de implementación.

El tiempo previsto para la instalación de la planta de Hidróxido de Litio es de aproximadamente 24 meses; y aproximadamente 18 meses se requerirán para la producción de Materiales Catódicos y otros 18 meses para la planta de Baterías. Sin embargo, estas plantas se irán construyendo de manera simultánea, de tal forma que se tomará un tiempo aproximado de entre 3 y 4 años para la instalación de las mismas, lo que equivale a decir que entre finales del 2021 y 2023 se proyecta y prevé exportar al mercado europeo Hidróxido de Litio y Baterías de Litio.

El inicio de la producción de Hidróxido de Litio será aproximadamente a finales de 2021, y a finales de 2023 se prevé el arranque de la segunda empresa Mixta con la producción materiales catódicos y baterías equivalentes a 10 gigawatios-hora (GWh) al año.

### Medio ambiente.

La normativa boliviana establece que cada proyecto debe contar con un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el cual será elaborado una vez establecido el diseño final de la Planta de Hidróxido de Litio. Actualmente YLB Corporación cuenta con los estudios ambientales para sus plantas de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio.

Con relación al agua, el proyecto prevé la instalación de una Planta de Tratamiento y Desalinización a partir de agua salada, que satisficará el consumo industrial, minimizando la posibilidad de afectar las fuentes naturales de agua dulce de las comunidades aledañas al proyecto.

## 4.1 PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS

Actualmente se está dando continuidad a la Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, en este contexto, Yacimientos del Litio Bolivianos Corporación cuenta

con la última tecnología para el desarrollo de Materiales Catódicos que nos permite concatenar las diferentes etapas y procesos de industrialización del litio y también nos permite producir materiales avanzados para Baterías de Ión-litio.

Durante la gestión 2018, se materializa la capacitación planteada como un objetivo concreto, adicionalmente, está claro que al haber logrado obtener material catódico con los rangos establecidos, y al saber que el desarrollo y mejora de los materiales va en ascenso a un paso veloz, es que dentro la PPMC se tiene también los objetivos referidos a la mejora continua, eso quiere decir:

- Disminución de tiempos de producción
- Mejora de los materiales catódicos

Además de considerarse la influencia de más parámetros de estudio y variables de control en todo el proceso, para que de esta manera, se pueda obtener un mejor producto, para cuando se requiera aplicarla a una posible Planta Industrial.

Actualmente los profesionales de la PPMC están investigando y ahondando conocimientos en cuanto a todo lo concerniente a la producción y caracterización de los materiales activos, más específicamente los dos materiales que se manejan en la PPMC (LMO y NMC).

De esta manera, se van planteando perfiles de estudio basados en fundamento teórico y en una planificación de las pruebas a realizarse, analizándolas, aprobándolas y programándolas para que se las tenga bien documentadas y registradas; para que, de esta manera cuando se determinen cambios en proceso estos estén debidamente fundamentados y documentados, asimismo, la información que se vaya generado tenga el respaldo correspondiente que dé como resultado las mejoras descritas preliminarmente que son nuestros objetivos en esta etapa.

La Planta Piloto de Materiales Catódicos consiste en las siguientes líneas de producción piloto:

Item	Material Catódico	Material Catódico	Método de síntesis propuesto
1	LMO (Óxido de Manganeseo Litio)	$\text{LiMn}_2\text{O}_4$	Reacción Química en Estado Sólido
2	NMC (Óxido de Níquel Manganeseo Cobalto Litio)	$\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{CO}_{1/3}\text{O}_2$	Co-precipitación Vía Húmeda

# PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS

**1** UNO DE LOS PRECURSORES BASE ES EL CARBONATO DE LITIO GRADO BATERÍA 99,5% DE PUREZA, QUE ES PRODUCIDO EN LA PLANTA DE LUIPI, PARA EL CUAL, SE VERIFICA LA CALIDAD DEL MISMO.

**2** SE REALIZA LA VERIFICACIÓN DE LOS SUMINISTROS (AIRE COMPRIMIDO, AGUA DESIONIZADA, ETC), AL PROCESO ANTES DE CADA PRODUCCIÓN.

**3** SE VERIFICA Y GARANTIZA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS ANTES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS CÁTODOS.

**4** PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS CÁTODOS, SE TIENE DOS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN:  
 - LMO (Óxido de Manganeso Lito), SÍNTESIS POR VÍA SECA; CAPACIDAD DE 1,2 KG/100 HRS.  
 - NMC (Óxido Níquel Manganeso Cobalto de Lito), SÍNTESIS POR VÍA HÚMEDA CAPACIDAD DE 1 KG/100 HRS.



VERIFICACIÓN DE MATERIA PRIMA CARBONATO DE LITIO DE LUIPI



VERIFICACIÓN DE EQUIPOS

**5** SE REALIZA LA CARACTERIZACIÓN Y LA VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL OBTENIDO, los materiales catódicos son caracterizados y calificados, mínimamente según:

- Distribución de tamaño de partícula
- MEB
- Pruebas electroquímicas
- Medida de la superficie específica (BET)
- DRX
- Glove box

Control de humedad y de atmósfera para las pruebas electroquímicas, el área es equipada con una campana de humos de laboratorio y "glove boxes", entre otros.



SÍNTESIS DE CARBONATO DE NMC

SÍNTESIS DE CARBONATO DE NMC

CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD



SÍNTESIS DE CARBONATO DE NMC



CARBONATO DE LITIO

CARBONATO DE NMC

MEZCLA DE PRECURSORES



Producción de NMC



Producción de LMO



PRODUCCIÓN DE MATERIAL CATÓDICO

## PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS

23 de Agosto de 2017 Inauguración

LA EMPRESA FRANCESA ECM GREENTECHEN, FUE LA ENCARGADA DE PROVEER LA PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS Y UN ESTUDIO DE PROYECCIÓN Bajo la modalidad "Llave en Mano", con un costo de: 26.062.765,43 Bs (VEINTISEIS MILLONES SESENTA Y DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y CINCO 437100 Bolivianos), con el que:

- Se adquirieron los equipos especializados, insumos y materiales necesarios para operar las dos líneas de la Planta Piloto.
- Se realizó entrenamiento y capacitación de personal técnico Boliviano de la YIB en los ambientes del CEA en Grenobly-Francia (13 Junio – 31 Julio, 2016) y posteriormente en La Paica-Potosí, Bolivia (03 Febrero – 13 Julio, 2017), respecto a todo el manejo de la maquinaria y los procesos de síntesis de los materiales catódicos LMO y NMC, parámetros de control, entre otros.
- Se ejecutó el Montaje, instalación y Puesta en marcha de todos los equipos de la Planta Piloto en los ambientes de la PPMC, cubriendo todos los servicios básicos para un óptimo trabajo.
- Se realizó la transferencia de tecnología para obtener materiales catódicos LMO estándar y NMC estándar, de acuerdo a los requerimientos del mercado mundial.
- Se efectuó un Estudio de Proyección de los materiales catódicos con la finalidad de evaluar la factibilidad técnico-económica para un emprendimiento a escala industrial.



VERIFICACIÓN DE EQUIPOS



CARBONATO DE MANGANESO

CARBONATO DE LITIO

MEZCLA DE PRECURSORES



Electrolito



CLASIFICACIÓN



CALCINACIÓN



MEZCLA FÍSICA DE PRECURSORES



Electrolito



MEZCLA FÍSICA DE PRECURSORES



CALCINACIÓN



Y al respecto, se alcanzaron las siguientes metas:

- Reproducir los resultados obtenidos de las pruebas de aceptación final en cuanto a las propiedades estructurales, electroquímicas y fisicoquímicas de los materiales catódicos: LMO y NMC comerciales.
- Mayor cantidad de Personal capacitado.
- Profundizar teóricamente los conocimientos.
- Profundizar operativamente los conocimientos.
- Material catódico LMO y NMC mejorado.
- Influencia de variables no controlables estudiada.
- Influencia de variables controlables estudiada.
- Obtener material catódico con precursores más económicos.
- Proceso de síntesis de materiales catódicos mejorado.
- Tener más técnicas de caracterización aplicadas en la PPMC.
- Conocimientos profundos en el manejo de los equipos de la PPMC.
- Tener datos de vida útil de los materiales.
- Documentación orientada a implementar la ISO 9001.

Y en ese entendido, los logros se plasman en lo siguiente:

- La línea de producción de material catódico NMC ( $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ ) por vía de coprecipitación y una posterior calcinación; se ha estandarizado el protocolo de síntesis y ha aprobado las pruebas de evaluación requeridas para material catódico NMC comercial de esta familia.
- La línea de producción de material catódico LMO ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ) por reacción en fase seca, ha estandarizado el protocolo de síntesis y ha aprobado las pruebas de evaluación requeridas para material catódico LMO comercial.
- Se han mejorado los materiales catódicos producidos en la PPMC, si bien con la empresa Francesa ECM GREENTECH se logró obtener los materiales catódicos y cumplir con las especificaciones técnicas comprometidas, posterior a esto se pudo estudiar y empezar a realizar todos los esfuerzos para mejorar el material.
- Luego de un arduo estudio de las variables críticas del método de síntesis de NMC (111); El producto sintetizado de material catódico NMC, elaborado en la Planta Piloto de Materiales Catódicos; ha alcanzado, cumplido y superado todos los requisitos necesarios para ser calificado como un material comercial.

- Luego de una serie de estudios de las variables del proceso de clasificación de polvos; El producto sintetizado de material catódico LMO, elaborado en la Planta Piloto de Materiales Catódicos, ha alcanzado, cumplido y superado todos los requisitos necesarios para ser calificado como un material comercial.

Se ha dado inicio a:

- Estudio de las variables controlables y no controlables y su influencia en los procesos de obtención de los materiales catódicos
- Compra de reactivos comerciales que permitan obtener materiales con costos de producción más atractivos, esto por supuesto supondrá un periodo de ajuste
- Estudio de las funcionalidades que ofrecen cada uno de los equipos de producción (versátiles y con funcionalidades que pueden ser de gran utilidad), para poder conocerlos a fondo y de esa forma poder usar las funciones adicionales con que cuenta cada equipo



- Se ha aumentado las técnicas de caracterización que en un principio se tenían, se ha iniciado con el estudio de las propiedades de los equipos de caracterización con los que se cuenta, para de esta manera poder utilizar todas las funciones que apliquen y sean útiles para nosotros, pues los equipos son versátiles.
- Ya se cuenta con reportes de esta gestión de la vida útil de nuestros materiales catódicos NMC y LMO. Se ha programado este estudio para por lo menos dos años, sin embargo al concluir la gestión ya se tiene datos importantes que nos dan indicios para tomar ciertos criterios en cuanto al almacenaje de producto final.

Por lo tanto La Planta Piloto de Materiales Catódicos, permite llevar la experimentación en varios ensayos para obtener material activo, con el fin de ser probados en la Planta Piloto de Baterías que cuenta YLB. Permite además la definición de los equipos, estudiar los mecanismos de reacción y separación, y determinar rendimientos para utilizarse como base, ya que se han dado los primeros pasos para la identificación y definición de los problemas y detalles con suficiente precisión para poder evaluar el impacto técnico-económico que se presentaría en la siguiente etapa.

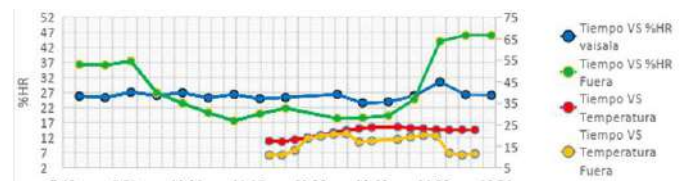
## 4.2 PLANTA PILOTO BATERÍAS DE ION LITIO - PPB

La Planta Piloto de Baterías inició sus actividades de producción de Baterías en febrero de 2014 con una tecnología en base a los materiales de LCO y LFP, de 800mAh y 10Ah, respectivamente. Como es natural, el avance de la tecnología año tras año en el mundo es rápida y continua, por lo que es necesario ser versátiles y acompañar esos cambios, razón por la cual, durante la gestión 2018 se puso mayor énfasis, desde el punto de vista científico, a entender, mejorar, modificar y crear nuevos diseños en cuanto a tecnología, basado en el cambio de nuevos insumos disponibles en el mercado así como las que se van produciendo en la Planta Piloto de Materiales Catódicos y en el Centro de Investigación CICYT MAT-REB. El objetivo fundamental, es crear nuevas tecnologías en base a nuevos materiales para la producción de baterías de ion litio a escala piloto.

En ese sentido, es que se abordó el tema de control, estandarización y optimización a mayor profundidad. Dentro de varios parámetros de control identificados durante este trabajo a escala piloto, se puede mencionar por ejemplo, la

humedad y temperatura externa a la Planta, que influyen considerablemente en los ambientes de la PPB, si bien es atenuado en cierto grado por la infraestructura inicial, se replica similar comportamiento dentro de los ambientes. La fluctuación de temperatura inicia durante la jornada laboral de 2.3°C hasta un máximo de 20°C en época de invierno, de la misma forma la humedad de 32% hasta 50% de humedad relativa.

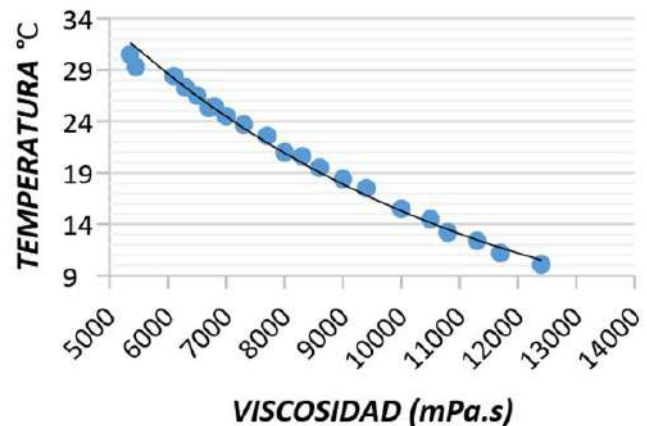
Después del blindado de la infraestructura la atenuación fue más considerable en cuanto a temperatura y humedad dentro de los ambientes de trabajo. Las líneas de color azul y rojo (humedad y temperatura) tienen un cambio más atenuado y estable respecto al exterior, líneas de color verde y amarillo.



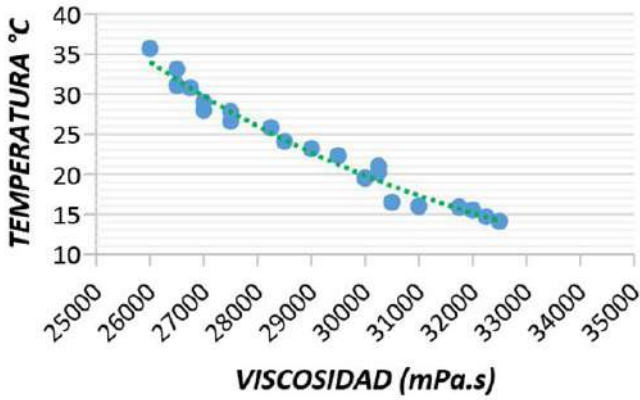
*Comportamiento de la humedad y temperatura más estable luego de la impermeabilización de la planta, durante las 8 horas de trabajo.*

Otro de los parámetros de control fue la viscosidad de la pasta tanto de cátodo como ánodo; estas pastas tienen que cumplir ciertos requisitos para realizar un adecuado recubrimiento sobre los colectores de aluminio y cobre.

Así mismo, se estudió el comportamiento por cada lote de producción la variación de la viscosidad con la temperatura, mostrando estos datos un comportamiento exponencial de ambos parámetros.

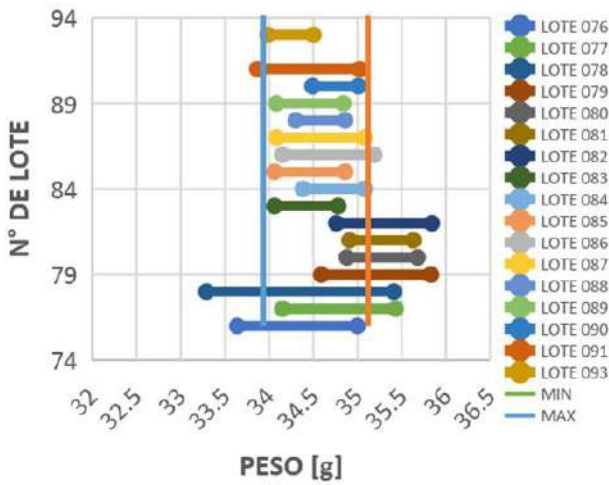


*Comportamiento de la viscosidad de la pasta de cátodo con la temperatura*

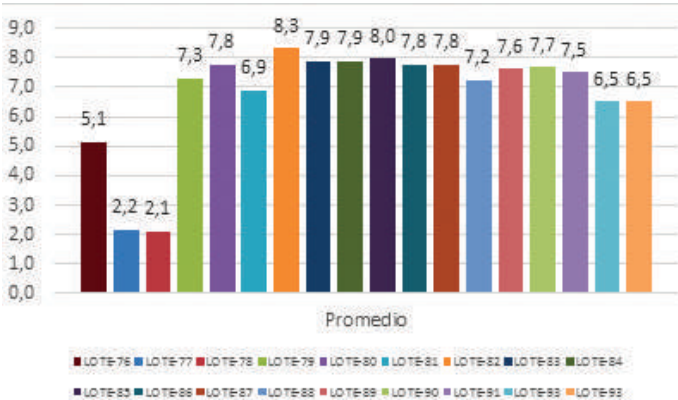


Comportamiento de la viscosidad de la pasta de ánodo con la temperatura

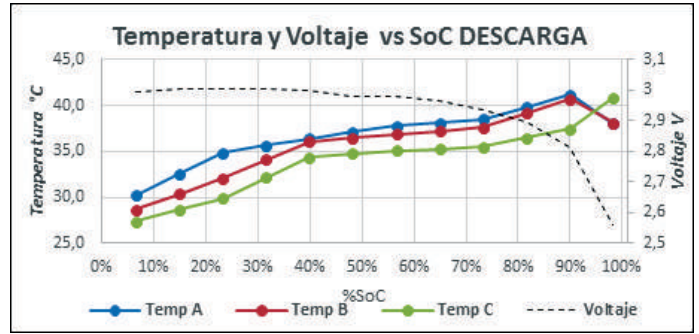
Otro parámetro estandarizado es la masa por cada electrodo, el cual está directamente relacionado con la capacidad final de una batería, en este caso de 10Ah.



Comportamiento de la masa de recubrimiento por electrodo de cada lote de producción



Adhesividad de los electrodos por cada lote



### 4.3

### CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS RECURSOS EVAPORÍTICOS DE BOLIVIA, CICYT MAT-REB.

El Centro de Investigación CICYT MAT-REB, cuenta con cuatro áreas de trabajo, los cuales son:

- “Análisis y Caracterización”, se encuentra conformado por las sub-áreas de Laboratorio de Análisis Químico y Caracterización de Materiales.
- “Síntesis y Desarrollo de Materiales”, dedicada a la investigación de materiales catódicos, anódicos, electrolitos y otros materiales de interés para baterías de ión litio; así como materiales de aplicación en el campo de la energía.
- “Procesos de Purificación y Sales de Litio”, dedicado a la investigación de procesos de obtención y purificación de Sales de Litio, precursores de Litio, así como otras sales de interés en recursos evaporíticos con valor agregado.
- “Electroquímica”, dedicada a la evaluación de las propiedades eléctricas, electroquímicas de los materiales de interés.

### ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

A continuación, se muestra una relación de los servicios prestados por el Laboratorio de Análisis Químico del Centro de Investigación CICYT MAT-REB, en la gestión 2018:

- Área de “Síntesis de Materiales” del CICYT MAT-REB, La Palca.
- Área de “Procesos de Purificación y Sales de Litio y Precursores” del CICYT MAT-REB, La Palca.
- Área de “Caracterización de Materiales” del CICYT MAT-REB, La Palca.
- Planta Piloto de Carbonato de Litio (PPCL), Llipi-Uyuni.
- Planta Cloruro de Potasio, Llipi-Uyuni.
- Planta Piloto de Baterías (PPB), La Palca.

- Planta Piloto de Materiales Catódicos (PPMC), La Palca.
- Unidad Medio Ambiente y Seguridad Industrial, La Palca.
- Dirección de Investigación y Desarrollo (I&D), La Paz.
- Área de Calidad y Comercialización, Dirección de Operaciones, La Paz.

de Metrología (IBMETRO) para las determinaciones de Litio, Potasio, Cloruros y Carbonatos. De acuerdo a los resultados obtenidos, el Laboratorio de Análisis Químico presenta un buen desempeño en el aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos realizados.

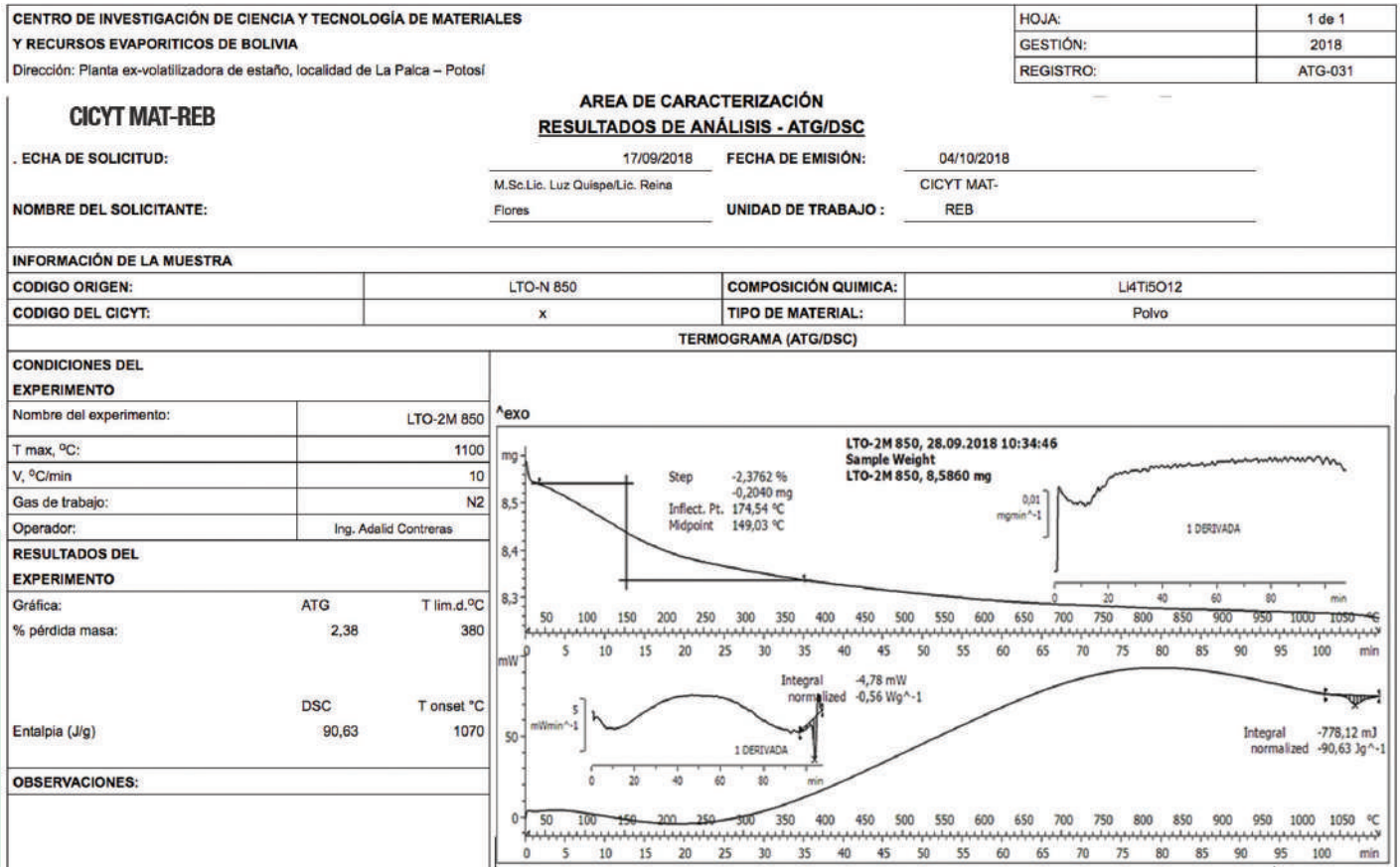


Distribución de reportes emitidos - GESTIÓN 2018

### CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CARACTERIZACIÓN POR ATG/DSC

Durante la gestión 2018 se ha podido realizar más de 200 caracterizaciones por ATG/DSC, a muestras provenientes de las áreas de “Procesos de Purificación y Sales de Litio” y “Laboratorio de Análisis Químico” fundamentalmente para la determinación de la humedad de sus productos y precursores, con el fin de optimizar variables como la temperatura o tiempo de secado adecuado del producto; “síntesis y desarrollo de materiales” (materiales sintetizados de ánodos, cátodos y electrolitos) con el fin de encontrar la temperatura adecuada del compuesto de interés y luego ser aplicado en la etapa de tratamiento térmico del producto final a sintetizar, así como observar los cambios que ocurren en el producto, tal y como se muestra en la siguiente figura:

Adicionalmente, mencionar que se ha participado de los ensayos de aptitud EA-LI-067, organizada por la Dirección de Metrología Industrial y Científica del Instituto Boliviano



Resultados de caracterización por ATG/DSC, donde se puede observar en el termograma: comportamiento de la pérdida de masa en función de la temperatura, y comportamiento del flujo de calor en función de la temperatura.

## CARACTERIZACIÓN POR DRX, SEM Y EDS

La caracterización por Difracción de Rayos-X (DRX), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) con acoplamiento de Detector de Energía Dispersiva (EDS) es de alta importancia debido a que mediante estas técnicas ha sido posible analizar las fases cristalinas o grado de cristalinidad presente en las muestras, morfología de los productos, distribución cualitativa de los elementos químicos.

Con los equipos de análisis y caracterización mencionados, se brindó servicio a unidades técnicas del CIDYP (como PPMC, PPB, y en su mayoría muestras pertenecientes al CICYT MAT-REB); así como a unidades externas de la Dirección de Electroquímica y Baterías; llegando a alcanzar la capacidad de análisis de hasta 90 muestras aproximadamente por mes.

## INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS-X

Se ha realizado la instalación, puesta en marcha, y capacitación en la operación del equipo de Fluorescencia de Rayos-X, entre el 29 de enero al 2 de febrero de la gestión 2018. Este equipo permite realizar una determinación rápida y cuantitativa de los elementos atómicos mayores y menores, desde el Berilio (Be) hasta el uranio (U) en una amplia variedad de tipos de muestras.

## PUESTA EN SITIO DEL EQUIPO DE TEM Y XPS

En el mes de noviembre, se ha realizado la primera recepción provisional de los equipos de Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM) y espectrómetro Foto electrónico de Rayos-X (XPS). Ambos equipos son de última tecnología, de alta sensibilidad y resolución. El TEM permitirá conocer la información con mayor profundidad en cuanto a los arreglos de cristal y partículas. Por otro lado, el espectrómetro foto electrónico permitirá extraer información referida a las energías de enlace de los elementos químicos, con lo que completará la caracterización de los materiales como por ejemplo en los materiales para baterías de ión de litio, grado de presencia de  $Mn^{2+}$  y  $Mn^{3+}$  (en el material catódico de LMO), así como la presencia de  $Fe^{2+}$  y  $Fe^{3+}$  (en el material de fosfato de hierro litio, o en el material catódico LFP) a través de las energías de enlace.

### I. SÍNTESIS Y DESARROLLO DE MATERIALES

El Centro de Investigación CICYT MAT-REB, llevó adelante diferentes proyectos de investigación referidos a materiales

catódicos, anódicos, y electrolito sólido, con el fin de dar valor agregado al carbonato de litio obtenido en la Planta de Llipi, o dar valor agregado al hidróxido de litio monohidratado obtenido en el centro de investigación:

- i. Síntesis del material catódico LNMO
- ii. Síntesis del material catódico LFP
- iii. Síntesis del electrolito LiBOB
- iv. Síntesis del material anódico LTO

Considerando, los materiales anódicos en base a estaño, silicio, aluminio, germanio, estos presentan una elevada capacidad específica y titanio una baja capacidad específica. Si bien posee una menor capacidad el ánodo en base a titanio con respecto al grafito, éste es un material estable, es decir, no sufre grandes cambios de volumen durante las reacciones electroquímicas de carga y descarga, por lo que actualmente es de interés en el Centro de Investigación CICYT MAT-REB obtener estos materiales anódicos de similar o de mejor calidad al ánodo comercial por las diferentes rutas de síntesis química para su evaluación posterior, tomando en cuenta el empleo del precursor de carbonato de litio boliviano, o el hidróxido de litio boliviano como fuente de litio en su síntesis.

### II. PROCESOS DE PURIFICACIÓN Y SALES DE LITIO

El Centro de Investigación CICYT MAT-REB con el objetivo de brindar un valor agregado a los recursos evaporíticos de Bolivia, sea mediante la purificación de materia prima (cumpliendo con la pureza requerida del precursor a utilizar en algún proceso) o la obtención de las sales o compuestos de litio (para su empleo como precursor en otro proceso), es que se afrontó los siguientes trabajos de investigación:

- i. Purificación del Sulfato de Hierro grado industrial
- ii. Valorización de residuos de encalado del proceso de obtención de Cloruro de Litio
- iii. Obtención de Cloruro de Litio de alta pureza a escala piloto
- iv. Obtención del Litio metálico

## OTROS

### SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Desde la gestión 2015 se ha iniciado con el sistema de gestión de calidad en el Laboratorio de Análisis Químico del CICYT MAT-REB, referida a la parte de documentación (registros, formularios, hojas de control, instructivos, procedimientos o protocolos, manuales de operación) con el fin de generar el historial de trabajo y funcionamiento del Laboratorio de Análisis Químico tal que se cuente con información verdadera y se

realice trabajos de forma controlada, oportuna, reproducible y tiempos adecuados.

Por otro lado, a partir del mes de mayo de la gestión 2018, se ha recibido la capacitación referida en “análisis de procesos” por el Jefe de la Unidad de Gestión de Calidad de la YLB, Ing. Ramiro Loayza, bajo los objetivos trazados a nivel de Gerencia y apoyo de la Dirección de Electroquímica y Baterías. Por lo que, a partir del segundo semestre, se viene trabajando en la elaboración de los mapas de proceso, las fichas de proceso, procedimientos identificados dentro de los mapas de proceso; una vez previamente identificados y analizados los procesos por los cuales está compuesto el Centro de Investigación CICYT MAT-REB.



Conferencia en materiales para Baterías de Ion-Litio

En fecha 21 de marzo de 2018, se ha realizado en los predios del Centro de Investigación CIDYP - La Palca, la conferencia referida a la extracción y Baterías de Litio, donde se tuvo la participación del personal técnico de la Dirección de Electroquímica y Baterías (conformado por las unidades técnicas PPMC, PPB y CICYT MAT-REB) y de la Dirección de Electroquímica y Baterías.

En la conferencia, se tuvo la disertación del experto destacado en el campo de la electroquímica, del Dr. Doron Aurbach, quien es profesor del Departamento de Química, Director del Centro de Energías en el Instituto de Nanotecnologías y Materiales Avanzados (BINA) de la Universidad de Bar-Ilan; y líder del Centro de Investigación Nacional de Israel para la Propulsión Electroquímica (INREP). La presentación fue de importancia para el Centro de Investigación CICYT MAT-

REB, debido a que el especialista presentó los materiales que actualmente son empleados en las baterías de ión-litio, otros materiales candidatos que podrían ser interesantes más adelante en función a la química y las aplicaciones que se requieren atender.



Prof. Doron Aurbach, Department of chemistry Bar-Ilan University, ISRAEL, Prof. Ernesto Julio Calvo, Director de INQUIMAE (CONICET-Universidad de Buenos Aires), Prof. Victoria Flexer, Centro de Investigación CIDMEJU, de la Universidad de UNJU

#### 4.4 DEPARTAMENTO FUNCIONAL LA PALCA - POTOSÍ, DFLPP.

Para garantizar la operatividad de todas las unidades operativas de La Palca dependientes de la Dirección de Electroquímica y Baterías, fueron necesarias llevar adelante otras actividades relacionadas principalmente con las áreas civil, mecánica y eléctrica, tales como.

#### TRABAJOS ELECTRÓNICOS/ELÉCTRICOS

- Diseño e implementación de control en “Torres de Enfriamiento” en PPB
- Diseño del sistema de control de Glovebox para la PPB
- Reacondicionamiento de equipos

#### TRABAJOS MECÁNICOS

- Diseño de sistema de climatización para la planta piloto de baterías.

#### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

##### I. PILOTAJE DE APPLICABILIDAD DE LAS BATERÍAS DE LITIO ENSAMBLADAS EN LA PPB

Otro de los trabajos que se viene realizando en la Fase-III, es el de llevar adelante proyectos de pilotaje con las baterías de litio ensambladas en la PPB acerca de la aplicación de las baterías de alta y baja capacidad, mismos que se describen a continuación:

### Pilotaje de aplicación de las baterías de alta capacidad en sistemas fotovoltaicos entregados a pobladores de Chiracoro

Las baterías de alta capacidad que se ensamblan en la PPB, forman parte del sistema fotovoltaico integral para las familias del área rural. El resto de los componentes electrónicos, focos LED de alta eficiencia, cables y panel solar, son de tecnología alemana y proporcionados por la empresa Zimpertec.

Como un aporte al cumplimiento al tercer pilar de la agenda 2025 “Derecho a vivir bien”, en un acto simbólico organizado por pobladores de la comunidad de Chiracoro, que se encuentra a 30 minutos de la localidad La Palca, y en presencia de la Honorable Alcaldesa del Municipio de Yocalla – Sra. Lydia Mamani, se hizo la entrega simbólica de 30 sistemas fotovoltaicos, mismos que emplean para su funcionamiento baterías de litio de alta capacidad (3,2 V, 10 Ah y química LFP) ensambladas en la Planta Piloto de Baterías – PPB; el proyecto contempla un total de 200 sistemas fotovoltaicos para el municipio.



Sistemas fotovoltaicos con Baterías YLB



Sistema fotovoltaico en uso en vivienda rural de Chiracoro

### Pilotaje de aplicación de las baterías de alta capacidad en alumbrado del complejo habitacional “El Rancho” - La Palca

Actualmente la energía eléctrica es dotada por la hidroeléctrica de COMIBOL de la localidad de Cayara, la cual tiene una marcada inestabilidad en la continuidad del servicio; para ello se están ensamblando packs 4S y 4S2P, de baterías de alta capacidad 1865130 (3,2 V, 10 Ah y química LFP), cuyas especificaciones se detalla en la siguiente tabla.

CONFIGURACIÓN DEL PACK	4S	4S2P
CAPACIDAD NOMINAL DE CELDA	10	10
<b>VALORES NOMINALES DEL PACK:</b>		
VOLTAJE	12.8 V	12.8 V
CAPACIDAD	10 Ah	20 Ah
ENERGÍA	128 Wh	256 Wh
PESO	1.165 Kg	2.330 Kg
POTENCIA TOTAL DEL PANEL SOLAR	50 W	100 W
POTENCIA DE LÁMPARAS LED	15 W	30 W
DIMENSIONES DEL PANEL	53.6 x 67 cm	107.2 x 67 cm



Montaje de Sistema Fotovoltaico para iluminación de exterior

### Pilotaje de aplicación de las baterías de baja capacidad en punteros laser recargables

Realizando un trabajo conjunto entre las unidades operativas del Centro de Investigación Desarrollo y Pilotaje – CIDYP (PPB, PPMC y CICYT), se realizó el ensamblado de punteros laser, con la carcasa realizada en la impresora 3D y dando aplicación a las baterías de baja capacidad 403650 (3,7 V, 0,8 Ah y química LCO) ensambladas en la Planta Piloto de Baterías “PPB”.



Prototipo de punteros láser con Batería de YLB

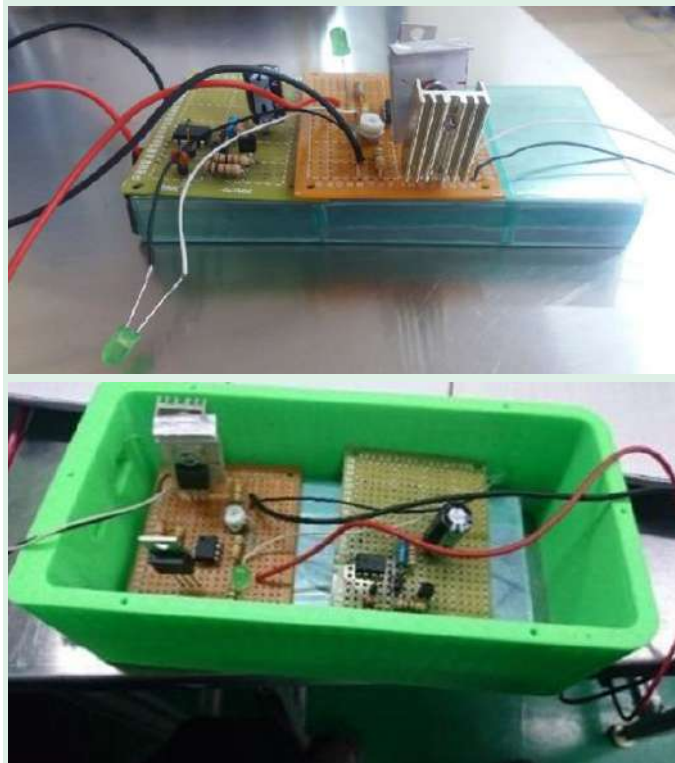


Prototipo de Power Bank con Batería de YLB

### Diseño e implementación de un BMS para un power bank baterías de alta capacidad

Un Power Bank es una batería externa portátil que sirve para cargar diferentes dispositivos electrónicos mediante una conexión USB. La Planta Piloto de Baterías ensambla baterías de tecnología 1865130 / 10Ah, las cuales pueden ser aplicadas en los mencionados Power Banks.

Para su correcto funcionamiento se realizó el diseño e implementación de un circuito de protección, que garantiza el trabajo de la batería dentro de su rango seguro de trabajo (2,3 V – 3,7 V).



Prototipo de power bank con Batería de YLB

## II. DESARROLLO DEL SISTEMA DE CONSULTORIO MÉDICO WEB

Esta Plataforma Web principal de Control de Acceso se utilizara para acceder a las plataformas desarrolladas, tal que los usuarios sean registrados en una base de datos como ser: Sistema Web de Consultorio Médico, Sistema de Control y Mantenimiento de Equipos para realizar el registro y control, mismo que, cuenta con lo siguiente:

- VENTANA REGISTRO: Realiza el registro de datos de todos los trabajadores de la YLB de la misma forma realiza la búsqueda en una base de datos para su atención Médica
- VENTANA ATENCIONES MÉDICAS: Atención de Enfermedades comunes y el subsistema de Incidencia y/o Accidentes con el registro de datos de cada consulta Médica
- VENTANA CONTROLES: Seguimiento de vacunas, control y seguimiento de Dieta, control de peso y talla (IMC)
- VENTANA BAJAS: Registra datos de las bajas médicas del trabajador atendidos en el seguro médico de salud.
- VENTANA CAPACITACIONES: Realiza registro de datos para cada capacitación programada según cronograma de capacitaciones del año.
- VENTANA REPORTES: Reportes en general de cada atención y controles de todos los servicios que ofrece en consultorio médico.
- VENTANA ESTADÍSTICAS: Ayuda para interpretar los resultados obtenidos para la toma de decisiones de cada Atención, servicio y control que ofrece el sistema web de consultorio médico



ATENCIÓN DE CONSULTA			
N° de consulta 16: [ ]			
Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	N° Asegurado
[Chuya]	[Barrios]	[Sarah Cinthia]	[82-0707-CBS]
Proyecto		Fecha de Nacimiento	Edad
[Centro de Investigación Ciencia y Tecnología]		[1992-07-07]	[36]
Hora de Atención		Fecha de Atención	INFORMACIÓN PERSONAL
[14:46:39.0000]		[2018/11/01]	
3.- Motivo de la Consulta			
dolor abdominal			
4.- Enfermedad Actual			
Paciente refiere dolor abdominal de moderada intensidad,nauseas,vomitos,deposiciones liquidas en 5 oportunidades.			
5.- Antecedentes Ginecoobstétrico			
FCM [ ]			
G: 0 P: 0 C: 0 A: 0			
6.- Examen Físico General			
Pte. Respiratoria [24] x min		Temperatura [37] C°	
Presión Arterial [ ]		Frecuencia Cardíaca [80] x min	
Piel y Fiebre [húmedas, normo]		Marcha [activa]	
Fascies [compuesta]		Estado de conciencia: [orientado]	
Bio Tipo [normolineo]			
7.- Examen Físico Segmentario			
Cabeza: normocefalo	Ojos: reflejos conservados	Cavidad Bucal: normal	
Naris: normal	Oídos: normales.Orofaringe:	Cuello: con adenopatías palp.	
Tórax Anterior: normal			
Tórax Posterior: murmullo vesicular conservado			
Abdomen: blando, depresible, poco doloroso a la palpación a nivel difuso. RHA(+) hiperactivos			
Genitourinario: sin particularidad	Columna Vertebral: sin particularidad		
Sistema Nervioso: reflejos conservados.			
Aparato Locomotor: sin particularidad			
8.- Diagnóstico			
GASTROENTERITIS			

Sistema de Consultorio Médico Web

### III. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS - DE&B LA PAZ

Se realizaron diferentes estudios y análisis de mercado (oferta, demanda y precio) de los mismos, tal es el caso de:

#### ANÁLISIS DEL MERCADO DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL LITIO

El objetivo fue analizar las características del mercado de carbonato de litio, materiales catódicos (NMC y LFP), baterías ion litio y sistemas fotovoltaicos a nivel mundial, Latinoamérica y Bolivia, por medio de la recolección de datos de fuentes secundarias, para formular conclusiones que sirvan de referencia en la toma de decisiones posteriores; para lo cual, se realizó la recopilación y análisis de información sobre la demanda, oferta, precios y principales productores de forma individual, para el carbonato de litio, NMC, LFP, baterías ion litio, y para sistemas fotovoltaicos.

#### CARBONATO DE LITIO

La competencia a nivel mundial se va intensificando mientras los productores actuales buscan aumentar su capacidad de producción de forma constante para cubrir la demanda esperada de los próximos años. Sin embargo, hacia el año 2025 se estima que se solucione el problema de

desabastecimiento lo que corresponderá a una nivelación de los precios de carbonato de litio.

#### MATERIALES CATÓDICOS

Respecto al mercado de materiales catódicos, se observa que el NMC es una buena opción de producción por el requerimiento esperado en los siguientes años, y por su parte, para el mercado de LFP existe la posibilidad de que su demanda sea impulsada por sistemas de almacenamiento de energía hacia el 2020.

#### BATERÍAS DE ION LITIO

El mercado con mayor crecimiento en el mundo, Latinoamérica y Bolivia, es el de vehículos eléctricos, cubriendo, para el 2025, aproximadamente el 50% de la demanda total de baterías de ion litio (57% mundo, 49 % Latinoamérica y 59% Bolivia).

La amplia variedad de posibles aplicaciones en el mercado de baterías permite identificar demandas potenciales de baterías ion litio en Bolivia, como por ejemplo la demanda de baterías para sistemas de alimentación ininterrumpida en hospitales y bancos, que si bien no representan a primera

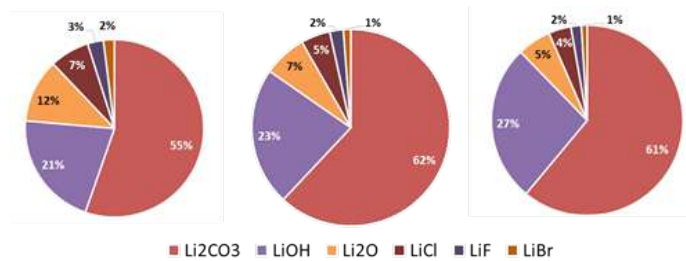
vista oportunidades de mercado atractivos, son alternativas que permitirían coadyuvar con la mejora y calidad de los servicios que se prestan a la población.

### SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Considerando que en Latinoamérica el acceso al servicio de electricidad es una meta prioritaria, se busca una mejora de la calidad de vida de la población particularmente en el área rural, extendiendo el empleo de paneles solares unifamiliares conectados a baterías de ion Litio.

### ANÁLISIS DEL MERCADO DE CLORURO, BROMURO, Y FLUORURO DE LITIO

Según las aplicaciones observadas del cloruro, fluoruro y bromuro de litio, se evidencia que se trata de mercados pequeños todavía en comparación a los mercados de carbonato o hidróxido de litio; a partir de datos de Deutsche Bank y de ECM Greentech, en la siguiente Figura se observa la creciente importancia del mercado de carbonato de litio y principalmente, del hidróxido de litio.



**DEMANDA GLOBAL DE LITIO POR PRODUCTOS (en porcentaje)**  
 Fuente: Elaboración propia basada en información de Deutsche Bank y ECM Greentech

Considerando las aplicaciones del litio en general, se realizó una aproximación de la demanda según las Fuentes de Litio para cada caso, y en la siguiente figura se detalla dichas aproximaciones para los años 2015, 2020 y 2025 a partir de supuestos de porcentaje de participación de cada Fuente de Litio, con excepción del caso de baterías secundarias.



**DEMANDA DE LITIO POR PRODUCTO (en toneladas)**  
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Deutsche Bank y ECM Greentech

Si se observa de forma detallada la demanda, realizando la especificación de los productos químicos de litio demandados por aplicación, se encuentra que de hecho, el cloruro, fluoruro y bromuro de litio reflejan demandas con tendencias crecientes.



Personal de Centro de Investigación Desarrollo y Pilotaje - CIDYP



## 5. DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA

Las actividades de la Dirección de Geología durante la gestión 2018 han estado abocadas principalmente a la estimación de recursos minerales en el Salar de Uyuni, mediante la obtención de un modelaje hidrogeológico y por otro lado actividades de exploración en los Salares de Coipasa, Pastos Grandes y Empexa.

5.1

**ELABORACIÓN DEL MODELO HIDROGEOLÓGICO Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES DEL SALAR DE UYUNI**

Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) viene encarando la labor de la industrialización de los recursos provenientes de los Salares que se encuentran en el territorio Boliviano. En este sentido se planea explotar los productos derivados mayormente de litio y potasio del Salar de Uyuni, por lo cual es importante el entendimiento del flujo dinámico de las salmueras dentro del Yacimiento, las dimensiones del o de los acuíferos portantes de salmueras, conocer los volúmenes extraíbles, la química de dichas salmueras y obtener un modelo dinámico a detalle del Yacimiento con las estimaciones del Recurso para finalmente saber la Reserva con la que se cuenta en el Salar de Uyuni.

Los objetivos planteados en este estudio fueron los siguientes:

- Modelación numérica de flujo subterráneo y transporte de solutos en el área del Salar de Uyuni utilizando un software de modelaje, con el objetivo de predecir la capacidad de extracción la salmuera rica en litio y potasio durante la vida del proyecto, a fin de cumplir con los requerimientos de producción anuales. Esto involucra la optimización de los caudales de bombeo por volumen y ubicación.
- Determinación de la porosidad drenable y rendimiento específico, además de la capacidad relativa de liberación de salmuera (Relative Brine Release Capacity RBRC por sus siglas en inglés) equivalente al rendimiento específico ( $S_y$ ), certificado por un laboratorio especializado.
- Cálculo del Recurso Extraíble o drenable del Salar de Uyuni, basándose en el modelo numérico, plan de producción y eficiencia del campo de bombeo.
- Capacitación del personal de YLB en el software de modelaje durante la elaboración del modelo numérico. Se capacitó al personal para la implementación y manipulación del modelo numérico.

El estudio comprende los siguientes ítems

1. Validación de la información
2. Determinación de la porosidad drenable y RBRC
3. Modelaje numérico
4. Capacitación
5. Estimación de recursos

### **1. Validación de información**

Dentro de la consultoría se realizó un análisis minucioso de toda la información generada por YLB en los años previos de exploración, en base a la revisión de todos los datos disponibles y llevado a cabo el análisis hidrogeológico, la empresa consultora ha desarrollado un modelo hidrogeológico conceptual preliminar para la construcción del modelo numérico. Las incertidumbres identificadas en la comprensión de las condiciones hidrogeológicas se utilizaron para hacer recomendaciones respecto a la recopilación de datos adicionales y como entrada para el análisis de sensibilidad mediante el uso de modelos numéricos de agua subterránea y el transporte de solutos.

Basado en el análisis del Salar realizado y con el objetivo de reducir las incertidumbres en la comprensión de las condiciones hidrogeológicas (tanto actuales como futuras – durante la extracción de salmuera a gran escala), la consultora

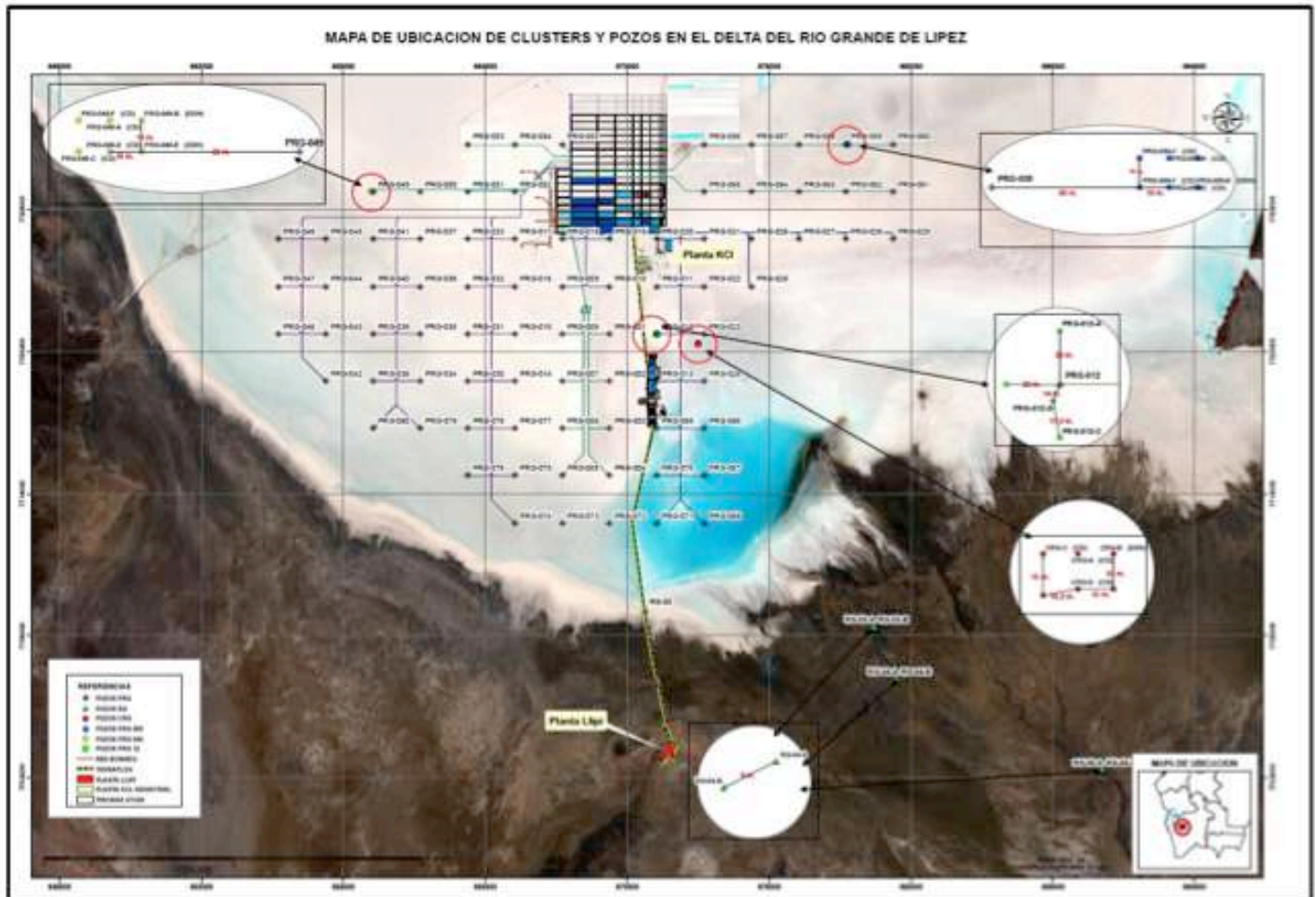


recomendó llevar a cabo perforaciones adicionales y ensayos en dos sectores (ver Mapa de ubicación de Estaciones de Bombeo y sondajes a diamantina):

- Delta del Río Grande de Lípez
- Área de Producción en el Salar

Los datos adicionales recomendados fueron obtenidos mediante el “Estudio Hidrogeológico basado en pruebas de

bombeo, incluyendo la perforación de pozos en el Salar de Uyuni”. También se recomendó ejecutar un monitoreo del Nivel de Salmuera y Niveles de Inundación, para lo cual se instaló lectores de presión (data loggers) en ocho puntos para tener hidrogramas precisos de nivel de salmuera y niveles de inundación, esta información es clave para comprender el mecanismo de recarga- evaporación y tener una mejor red de monitoreo del nivel de salmuera e inundaciones.



Mapa de ubicación de Estaciones de Bombeo y sondajes a diamantina

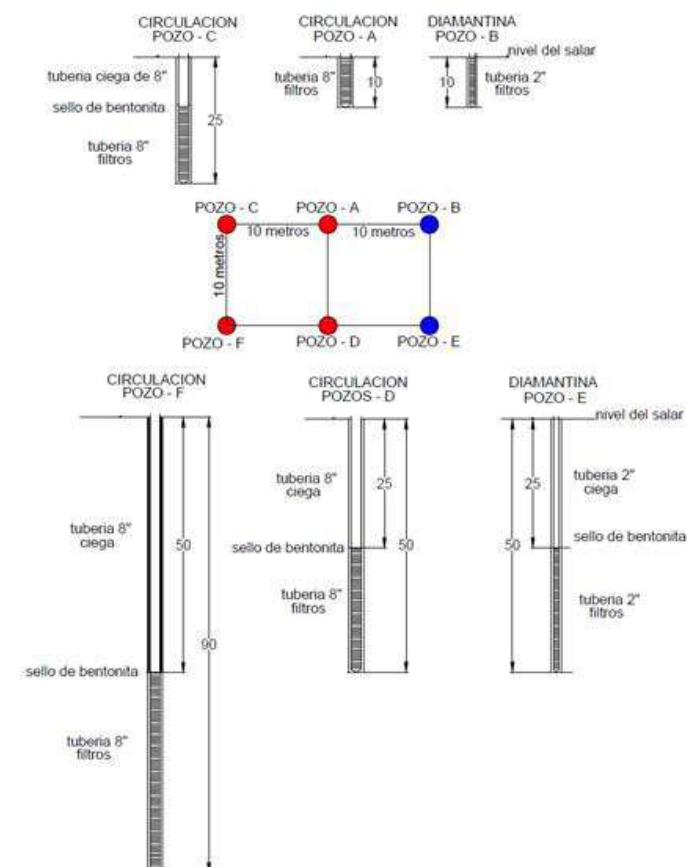
## 5.2

### ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO BASADO EN PRUEBAS DE BOMBEO, INCLUYENDO LA PERFORACIÓN DE POZOS EN EL SALAR DE UYUNI

Con el fin de obtener datos para el modelaje hidrogeológico, la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos YLB, se propuso realizar un estudio para obtener datos de parámetros hidrogeológicos comparativos de los diferentes horizontes litológicos que conforman el Sector del

Delta del Río Grande en el Salar de Uyuni, para lo cual fueron necesarias pruebas de bombeo y la respectiva perforación de pozos a circulación directa a diferentes profundidades con diseños establecidos y que permitan separar los horizontes litológicos.

Se plantearon 4 estaciones de bombeo, distribuidas uniformemente en el área productiva, cada estación cuenta con 6 pozos (A, B, C, D, E, F), estos pozos tienen una separación de 10 m entre ellos en forma rectangular (ver Modelo de estación de bombeo para pruebas hidráulicas), a excepción de la estación de bombeo del pozo PRG-012 que fue perforada anteriormente en la cual se utilizó un diseño radial, estos pozos tienen diferentes profundidades 10, 25, 50 y 90 m con sus respectivos pozos de observación para medir los descensos. Para este fin YLB ha adquirido instrumentos de medición automática de la variación de los niveles hidrodinámicos, temperatura y presión (Data loggers).



Modelo de estación de bombeo para pruebas hidráulicas

Asimismo en el sector del abanico aluvial del Río Grande se programó la perforación de 4 sondajes a diamantina (Pozos RG) con el fin de definir el contacto entre la costra salina y el sedimento aluvial que la cubre los niveles saturados y el gradiente hidráulico (ver Mapa de ubicación de Estaciones de Bombeo y sondajes a diamantina).

### 2. Determinación de la porosidad drenable y RBRC

La prueba de Capacidad de Liberación de Salmuera Relativa (RBRC) predice el volumen de solución que se puede extraer de una muestra geológica no alterada. Este dato es de

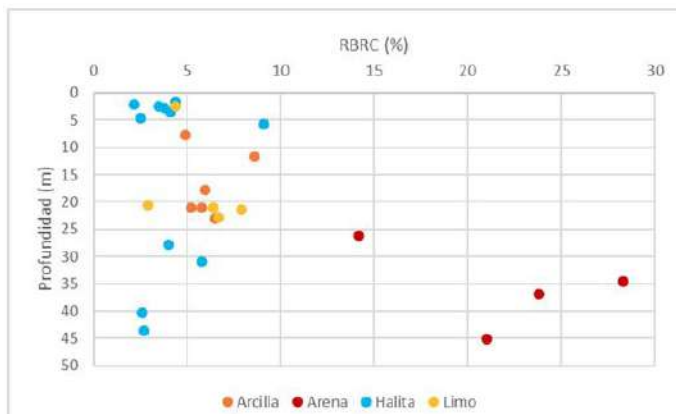
primordial importancia para el posterior cálculo de recursos y reservas.

En base a los testigos de perforación obtenidos por YLB durante diferentes campañas de perforación en el Salar de Uyuni, se realizó un muestreo de varios horizontes y litologías, mismos que fueron enviados a Nuevo México para realizar el análisis de porosidad drenable en el laboratorio Daniel B Stevens & Associates (DBS&A) ubicado en la ciudad de Albuquerque, Nuevo México, Estados Unidos. El laboratorio DBS&A se especializa hace varios años en la determinación de Specific Yield Sy (porosidad drenable) para proyectos de salmueras de litio y potasio.



Muestreo y embalado de testigos de perforación para análisis de RBRC

En la Figura a continuación se puede observar la distribución de algunos valores RBRC obtenidos en el Salar de Uyuni en profundidad por Unidad Litológica.

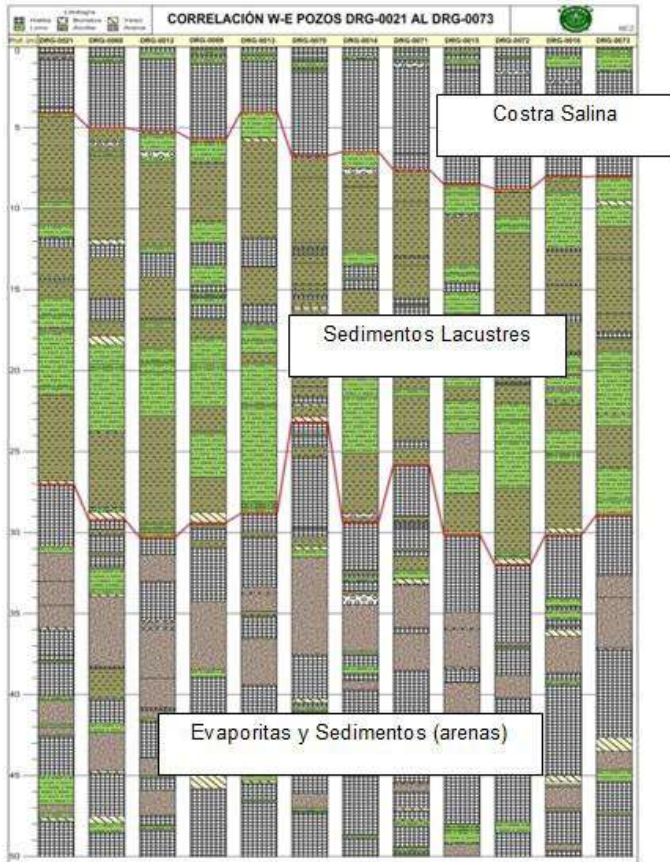


Distribución de valores de RBRC en profundidad por Unidad Litológica

### 3. Modelaje numérico

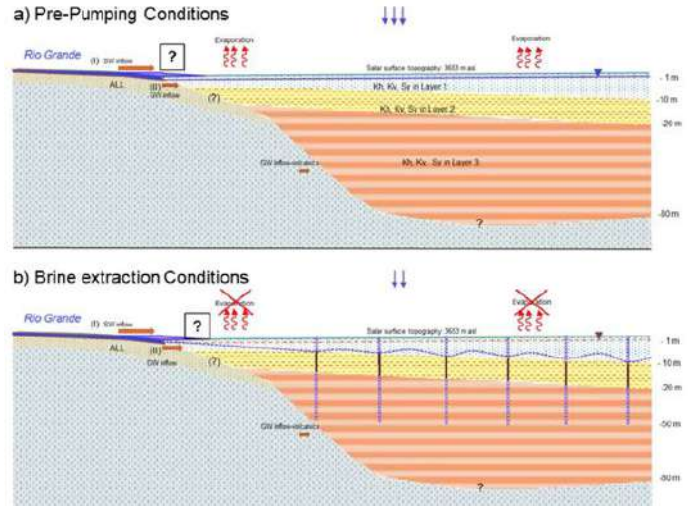
La consultoría ha desarrollado un modelo numérico hidrogeológico para el proyecto Salar de Uyuni como un modelo dinámico para respaldar la estimación de reservas. Este modelo se utilizó para evaluar la capacidad de extraer salmueras mediante el bombeo en el campo de pozos, así como la concentración de litio para cumplir con los requisitos

específicos de producción. Este modelo se basa en el modelo hidrogeológico disponible, el modelo hidrogeológico conceptual actualizado y el modelo de recursos desarrollado. El modelo numérico de agua subterránea incorpora tres unidades hidrogeológicas principales (costra salina, sedimentos lacustres, evaporitas y sedimentos), como se muestra en la siguiente sección transversal esquemática:



Unidades hidrogeológicas principales consideradas en el modelo numérico

El modelo conceptual utilizado en el modelado numérico es el siguiente:



Sección Transversal Esquemática del Modelo hidrogeológico conceptual

Los parámetros hidráulicos se incorporaron en el modelo basado en las pruebas hidrogeológicas realizadas el año 2018, los valores de  $S_y$  (specific yield, porosidad drenable) y la distribución de la concentración de Litio, se tomaron del modelo de recursos como entrada para el flujo de agua subterránea y el modelo de transporte de solutos, respectivamente.

#### 4. Capacitación

Durante el desarrollo del servicio, la empresa consultora trabajó de forma conjunta con geólogos de YLB en la generación del modelo numérico, con la asignación de tiempo y entrenamiento, además del apoyo técnico a distancia se consiguió que el personal de YLB se encuentre en condiciones de realizar de forma independiente simulaciones predictivas y actualizaciones.



Capacitación y generación conjunta del modelo numérico

## 5. Estimación de recursos

La estimación de recursos ejecutada mediante la consultoría, se encuentra enmarcada en la norma NI 43-101, que es un Instrumento Nacional para las Normas de Divulgación para Proyectos de Minerales en Canadá. El Instrumento es un conjunto codificado de reglas y pautas para informar y mostrar información relacionada con propiedades minerales. Aplica a todas las declaraciones de información científica o técnica sobre propiedades minerales pertenecientes o exploradas por empresas que reportan sus resultados en las bolsas de valores dentro de Canadá. NI 43-101 define el término “proyecto mineral” como “cualquier exploración, desarrollo o producción actividad relacionadas de materiales sólidos naturales inorgánicos, incluyendo minerales industriales.”

Las actividades de exploración desarrolladas en el Proyecto Uyuni están enfocadas en el Litio y Potasio, ambos sólidos naturales de origen inorgánico clasificados como minerales industriales. La ocurrencia natural de litio y potasio en un medio acuoso, es decir, salmuera, no imposibilita el levantamiento de un informe marco NI 43-101, aunque en dicha evaluación se requieren enfoques diferentes a aquellos usados para sólidos en fase de mineralización.

NI 43-101 proporciona un razonable y riguroso reporte marco de referencia para proyectos minerales alojados en salmueras. Además, provee la necesaria flexibilidad para acomodar las características y parámetros analíticos específicos a la salmuera. Por último, lo reportes desarrollados en proyectos minerales alojados en salmueras ejecutados en conformidad al NI 43-101 proporciona el necesario nivel de protección esperado por inversores.

Los criterios usados durante la consultoría destinados a evaluar los Recursos del Proyecto Uyuni están basados en la marco y los estándares del CIM (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum), con algunas mejoras para acomodar las especiales consideraciones para un recurso en salmueras. Los Estándares CIM definen un Recurso Mineral como:

*“Una concentración u ocurrencia de material sólido de interés económico sobre o dentro la corteza terrestre en tal forma, grado o calidad y cantidad que hay razonables perspectivas económicas para su eventual extracción “.*

Los reportes NI 43-101, deben estar avalados por un “QP” o Persona Competente (Qualified Person). Las Personas Competentes son profesionales asociados con las ciencias

y técnicas de la industria minera calificados por la Comisión Calificadora de Competencias en Recursos y Reservas Mineras para informar y reportar sobre los Prospectos, Recursos, y Reservas Mineras con transparencia, materialidad, y competencia. La Persona Competente debe estimar o supervisar la estimación de los Recursos o Reservas y ser totalmente responsable de toda la documentación, según el Código. Una empresa solo podrá divulgar reportes públicos de Reservas de Mineral cuando éstos hayan sido previamente suscritos o emitidos por una Persona Competente.

La Evaluación del recurso potencial de un depósito de salmuera incluye la estimación de dos componentes claves:

- La continuidad y distribución del grado de salmuera; y
- La porción de material huésped que contiene la salmuera (es decir, la porosidad drenable).

La primera de estas es análoga a los depósitos sólidos. El grado de salmuera es determinado mediante un detallado muestreo y una comprensión geológica del lugar, conceptualmente similar a la exploración de un depósito sólido. El segundo componente (porosidad drenable) no tiene una directa analogía a un depósito mineral sólido. El término “porosidad” denota la relación entre el volumen de espacios vacíos en una roca o sedimento respecto al volumen total de la roca o sedimento. Eso es pertinente para depósitos de salmueras ya que dicho líquido ocupa el espacio en los poros de una roca o sedimento. Sin embargo, no toda la salmuera presente en el espacio poroso constituye un recurso. Una parte de la salmuera no podrá ser recuperada debido a 2 factores:

- La Retención parcial de salmuera por tensión capilar dentro de los espacios porosos; y
- Los Poros sin salida que no están conectados hidráulicamente a la red de poros más amplia.

La estimación de recursos de salmuera está respaldada por el desarrollo del modelo hidroestratigráfico, el cual, en esta etapa de estimación de recursos, es usado para caracterizar la distribución del rendimiento específico ( $S_y$ ) en toda la zona de estimación.

Los modelos hidroestratigráficos se basaron en información geológica de sondajes exploratorios series E y PRG y DRG entre otros, y datos e interpretaciones geológicas, hidrogeológicas y geoquímicas proporcionadas por los geólogos del proyecto Salar de Uyuni y el QP. La modelación, el procedimiento y resultados fueron revisados por el QP y se consideran válidos

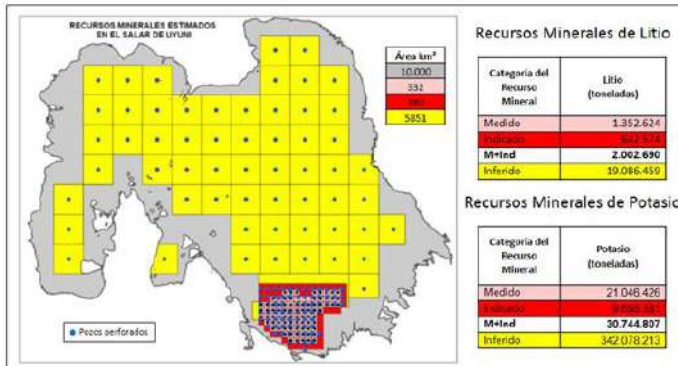


y apropiados para una estimación de recursos minerales medidos, Indicados e Inferidos, tal como lo indica la CIM y referenciado por NI 43-101.

Los Recursos Minerales estimados extraíbles de Litio en salmueras del Salar de Uyuni (recursos medidos e indicados), hasta una profundidad de 50 m, alcanzan a 2 millones de toneladas en el sector productivo (512 km<sup>2</sup>). Considerando los recursos inferidos en otros sectores del Salar de Uyuni se tienen 19 millones de toneladas de Li adicionales, alcanzando un total de 21 millones de toneladas de Li (ver mapa de Recursos Minerales Estimados en el Salar de Uyuni).

Para el Potasio, se han estimado un total de 30,7 millones de toneladas en el sector productivo (recursos medidos e indicados) y 342 millones de toneladas como recursos inferidos, alcanzando un total de 372,8 millones de toneladas.

### Reserva Geológica



Mapa de Recursos Minerales Estimados en el Salar de Uyuni

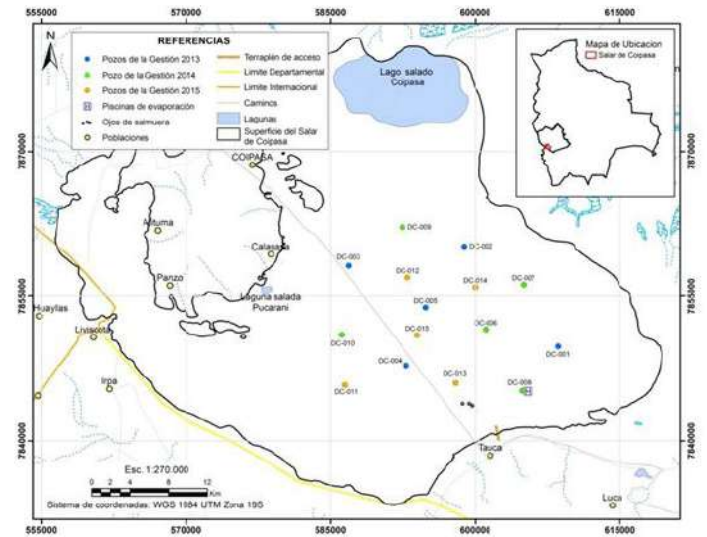
## 5.3 CONTINUIDAD EN LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN EN EL SALAR DE COIPASA

Con el fin de dar continuidad a las actividades desarrolladas en gestiones pasadas en el Salar de Coipasa, se ejecutaron las siguientes actividades durante el año 2018:

### 1. Monitoreo de pozos en el Salar de Coipasa

Con el objetivo de analizar las variaciones temporales de las concentraciones de elementos de interés presentes en el Salar de Coipasa, la Empresa Pública Estratégica “Yacimientos de Litio Bolivianos” (YLB), a través de la Dirección de Geología viene realizando diferentes trabajos en el Salar de Coipasa, entre ellos el estudio de la salmuera presente en el Salar

de Coipasa, con el objetivo de cuantificar los recursos evaporíticos para una posible explotación de dichos recursos. En este marco, la Dirección de Geología de YLB, planificó para la gestión 2018 el monitoreo mensual de los pozos exploratorios a diamantina y circulación directa perforados en las gestiones 2010, 2013, 2014 y 2015, en un total de 13 pozos a diamantina y 9 a circulación directa.



Mapa de ubicación de pozos perforados a diamantina en el Salar de Coipasa

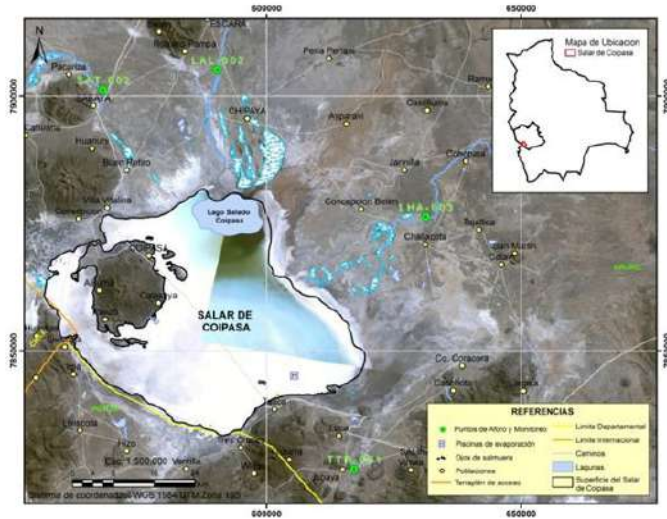


Toma de muestra durante el monitoreo de pozos en el Salar de Coipasa

### 2. Monitoreo de los principales afluentes del Salar de Coipasa

La composición química de las aguas superficiales depende principalmente del quimismo de las rocas regionales presentes en el área involucrada de los tipos de suelos y de la forma y extensión de la cuenca, además de las condiciones climáticas presentes, fauna, flora local y de las actividades humanas. En este monitoreo se estudiaron las características

hidrogeoquímicas de los principales ríos que ingresan al Salar de Coipasa. Para estudiar el quimismo de las aguas superficiales se realizó el análisis químico de muestras en laboratorios de YLB y la toma de datos in situ, los parámetros tomados en cuenta son: pH, Eh, Conductividad eléctrica, STD, Salinidad, Resistividad, Oxígeno disuelto y Temperatura (°C).



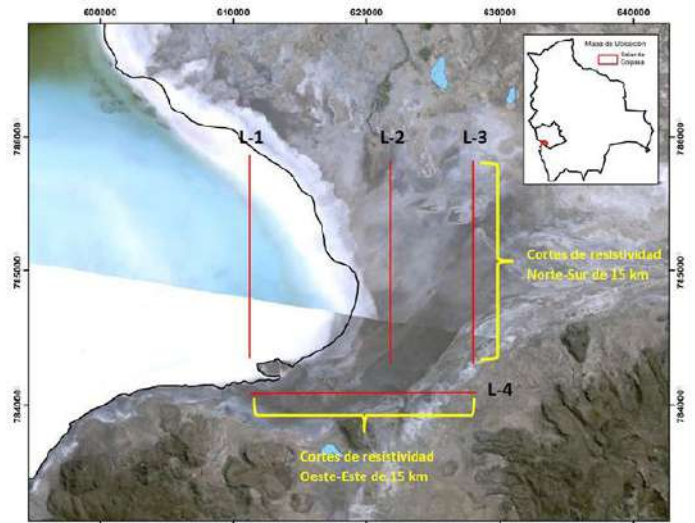
Mapa de ubicación para los puntos de aforo y muestreo



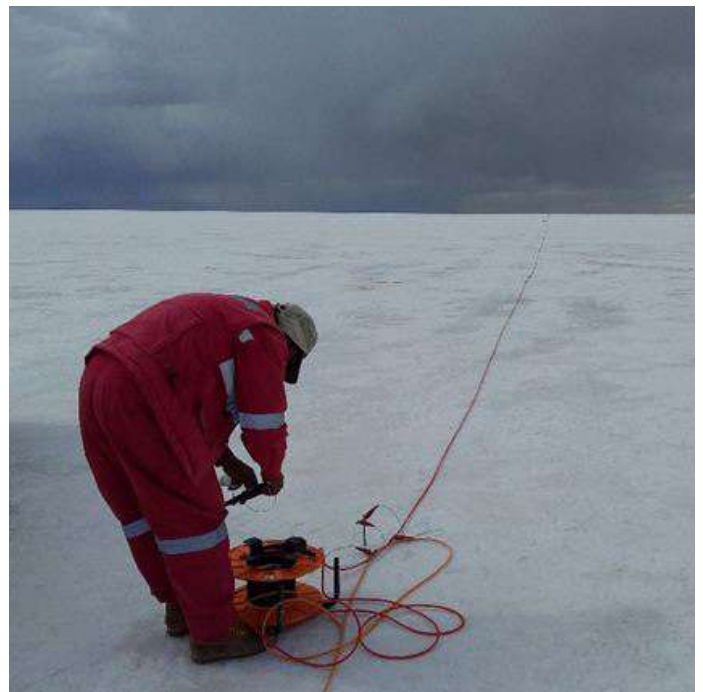
Toma de datos durante el monitoreo de afluentes del Salar de Coipasa

### 3. Estudio geofísico mediante tomografías geoelectricas en el sector Este del Salar de Coipasa.

Con el objetivo de determinar la continuidad de las unidades clásticas y evaporíticas en el sector Este del Salar de Coipasa, se realizó el estudio geofísico mediante tomografías geoelectricas, obteniéndose un modelo en base a cortes de resistividades en el sector Este del Salar de Coipasa (borde Este del Salar y Pre Salar), para lo cual se utilizó un resistivímetro ABEM LS de propiedad de YLB.



Ubicación de los cortes de resistividad propuestos para el estudio geofísico

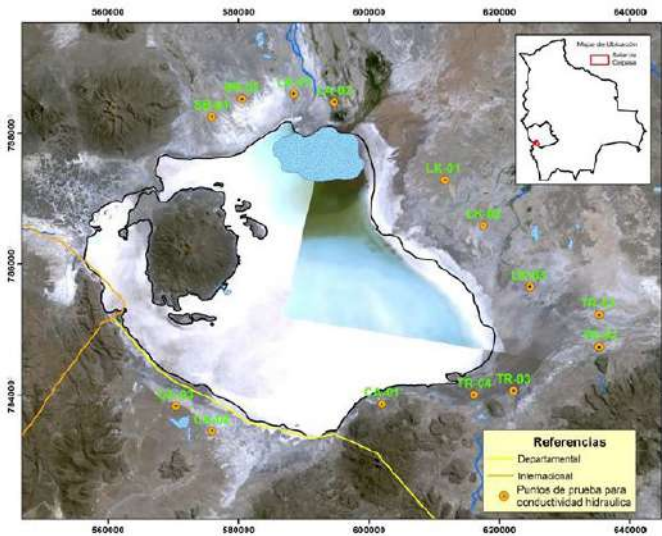


Tendido de cables y colocado de estacas para la obtención de datos en el estudio geofísico

### 4. Determinación de la conductividad hidráulica empírica en los afluentes y alrededores del Salar de Coipasa.

Con la finalidad de complementar los resultados en el balance hídrico del Salar de Coipasa, se programó realizar la determinación de la conductividad hidráulica en los bordes marginales al salar de Coipasa, el método más adecuado es el de anillas concéntricas, donde el flujo radial es minimizado por medio de un área tampón alrededor de la anilla o cilindro interno, generando un movimiento del agua en dirección

vertical hasta que pasa a la parte inferior de la orilla de la anilla, donde luego puede producirse un flujo bidimensional, gobernado por el potencial matricial del suelo. En el mapa adjunto se puede observar los puntos de prueba para la conductividad hidráulica.



Mapa con la ubicación de puntos de prueba para conductividad hidráulica

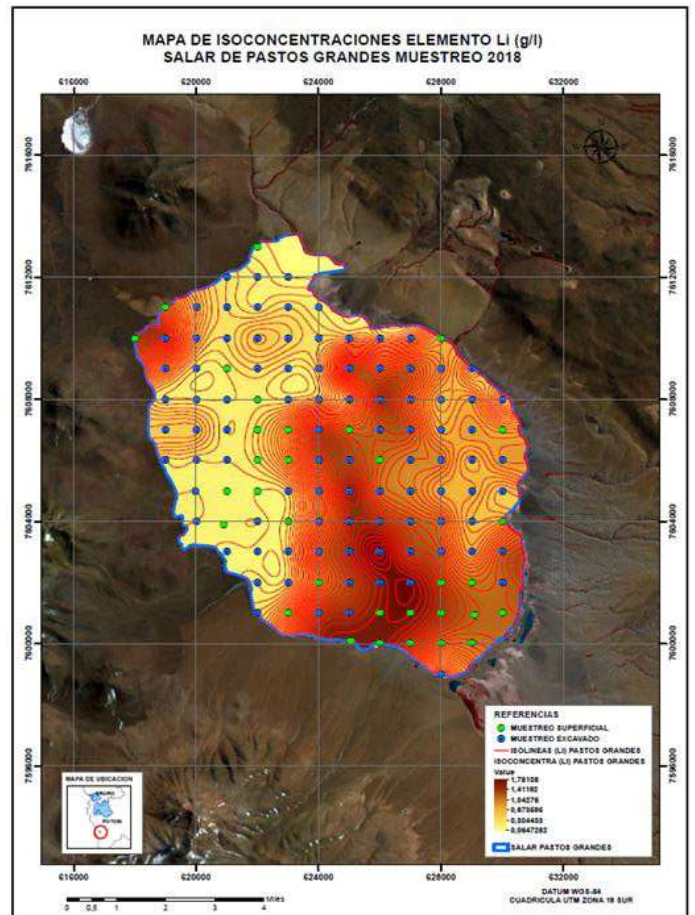


Prueba de conductividad hidráulica con anillas concéntricas

## 5.4 ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN EN EL SALAR DE PASTOS GRANDES

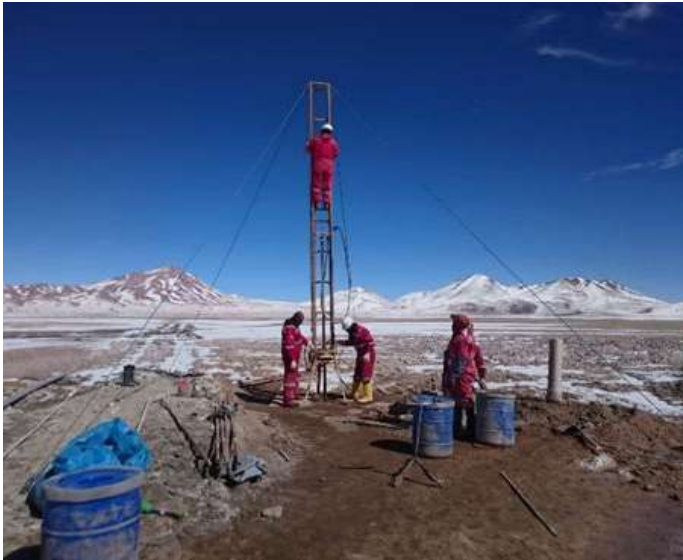
Una vez que finalizó la época de lluvias (mayo/2018), se inició la exploración en el Salar de pastos grandes, el plan

de exploración dio inicio con un muestreo orientativo tanto al interior del Salar como en los ríos que desembocan en dicho salar, posteriormente se programó un muestreo geoquímico en una malla de 1x1 km, obteniéndose un total de 92 puntos de muestreo de pozos excavados y 32 puntos de muestras superficiales (debido a la inundación), en base a esta información se elaboró un mapa geoquímico para el Litio, que muestra los sectores anómalos (ver *Mapa geoquímico del Salar de Pastos Grandes*).



Mapa de isoconcentraciones de Li del Salar de Pastos Grandes

En base al Mapa geoquímico del Salar de Pastos Grandes, se planificó la perforación de un pozo exploratorio somero con el fin de obtener información sobre la litología subyacente. También se realizaron pruebas hidráulicas en pozos abandonados que fueron perforados anteriormente por algún operador minero. Los resultados obtenidos al momento son interesantes con concentraciones de Litio (hasta 1.720 ppm), Potasio (hasta 81.000 ppm) y Boro (hasta 945 ppm) y las bajas relaciones de Mg/Li (aproximadamente 2,2).



*Perforación de pozo somero en el Salar de Pastos Grandes*

## 5.5 MUESTREO GEOQUÍMICO EN EL SALAR DE EMPEXA

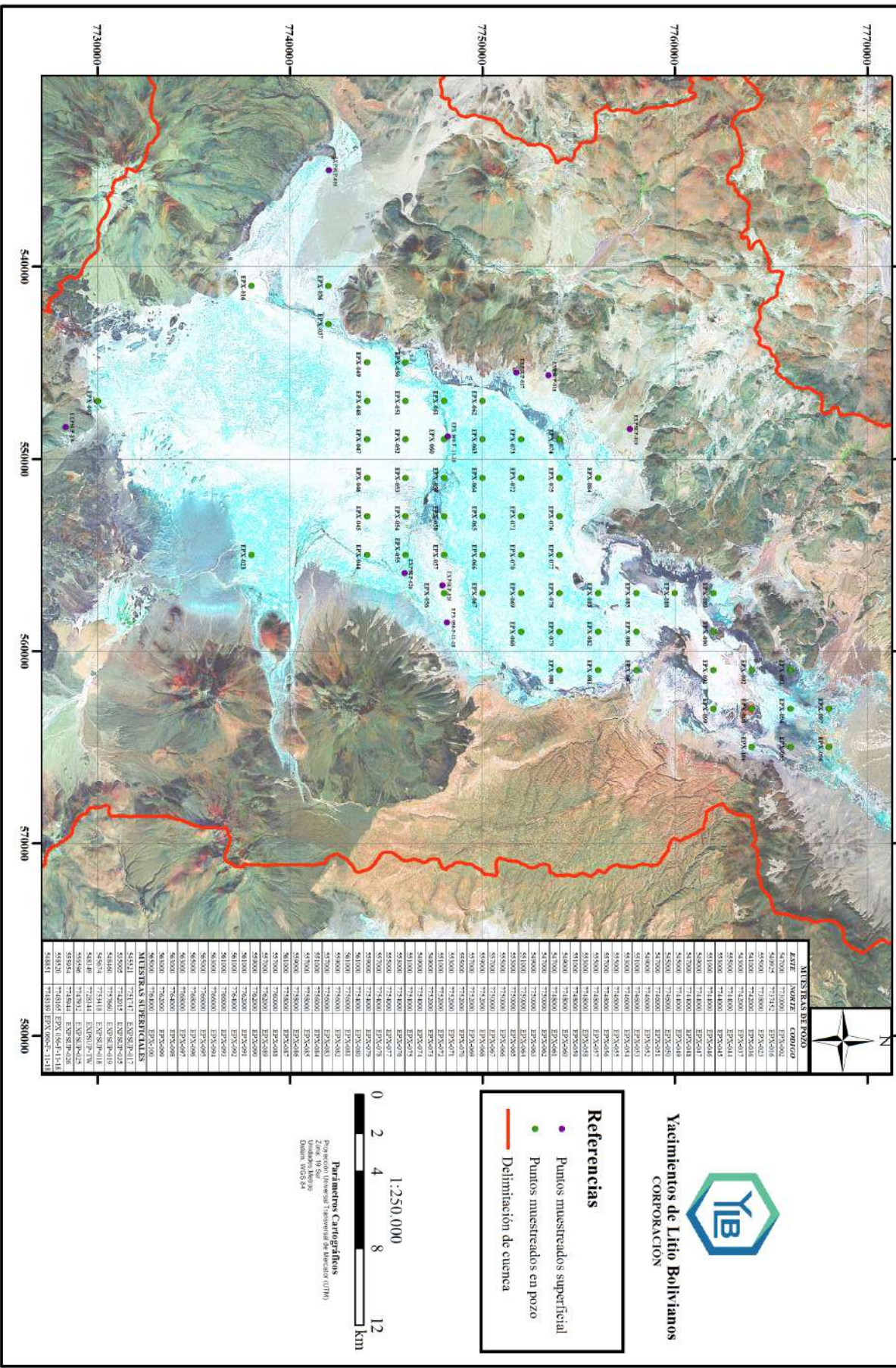
Durante el último trimestre del año 2018 se dio inicio a la exploración del Salar de Empexa, se realizó el muestreo geoquímico basado en una malla de 2x2 km, en total se recolectaron 62 muestras de pozos excavados, la mayoría al interior del Salar y parte en el pre-salar denominado “Desierto”, además de 9 muestras superficiales tanto al interior del salar como en los afluentes (ver Mapa de exploración geoquímica del Salar de Empexa), las muestras tomadas fueron analizadas en los laboratorios de YLB y serán procesadas durante el primer trimestre del año 2019.



*Muestreo geoquímico en el Salar de Empexa*



# MAPA DE EXPLORACIÓN GEOQUÍMICA MALLA 2x2 KM



**MUESTREOS DE POZO**

EAST	NORTH	CODIGO
547000	771000	EPX-5001
547000	771500	EPX-5002
547000	772000	EPX-5003
547000	772500	EPX-5004
547000	773000	EPX-5005
547000	773500	EPX-5006
547000	774000	EPX-5007
547000	774500	EPX-5008
547000	775000	EPX-5009
547000	775500	EPX-5010
547000	776000	EPX-5011
547000	776500	EPX-5012
547000	777000	EPX-5013
547000	777500	EPX-5014
547000	778000	EPX-5015
547000	778500	EPX-5016
547000	779000	EPX-5017
547000	779500	EPX-5018
547000	780000	EPX-5019
547000	780500	EPX-5020
547000	781000	EPX-5021
547000	781500	EPX-5022
547000	782000	EPX-5023
547000	782500	EPX-5024
547000	783000	EPX-5025
547000	783500	EPX-5026
547000	784000	EPX-5027
547000	784500	EPX-5028
547000	785000	EPX-5029
547000	785500	EPX-5030
547000	786000	EPX-5031
547000	786500	EPX-5032
547000	787000	EPX-5033
547000	787500	EPX-5034
547000	788000	EPX-5035
547000	788500	EPX-5036
547000	789000	EPX-5037
547000	789500	EPX-5038
547000	790000	EPX-5039
547000	790500	EPX-5040
547000	791000	EPX-5041
547000	791500	EPX-5042
547000	792000	EPX-5043
547000	792500	EPX-5044
547000	793000	EPX-5045
547000	793500	EPX-5046
547000	794000	EPX-5047
547000	794500	EPX-5048
547000	795000	EPX-5049
547000	795500	EPX-5050
547000	796000	EPX-5051
547000	796500	EPX-5052
547000	797000	EPX-5053
547000	797500	EPX-5054
547000	798000	EPX-5055
547000	798500	EPX-5056
547000	799000	EPX-5057
547000	799500	EPX-5058
547000	800000	EPX-5059
547000	800500	EPX-5060
547000	801000	EPX-5061
547000	801500	EPX-5062
547000	802000	EPX-5063
547000	802500	EPX-5064
547000	803000	EPX-5065
547000	803500	EPX-5066
547000	804000	EPX-5067
547000	804500	EPX-5068
547000	805000	EPX-5069
547000	805500	EPX-5070
547000	806000	EPX-5071
547000	806500	EPX-5072
547000	807000	EPX-5073
547000	807500	EPX-5074
547000	808000	EPX-5075
547000	808500	EPX-5076
547000	809000	EPX-5077
547000	809500	EPX-5078
547000	810000	EPX-5079
547000	810500	EPX-5080
547000	811000	EPX-5081
547000	811500	EPX-5082
547000	812000	EPX-5083
547000	812500	EPX-5084
547000	813000	EPX-5085
547000	813500	EPX-5086
547000	814000	EPX-5087
547000	814500	EPX-5088
547000	815000	EPX-5089
547000	815500	EPX-5090
547000	816000	EPX-5091
547000	816500	EPX-5092
547000	817000	EPX-5093
547000	817500	EPX-5094
547000	818000	EPX-5095
547000	818500	EPX-5096
547000	819000	EPX-5097
547000	819500	EPX-5098
547000	820000	EPX-5099
547000	820500	EPX-5100

**Yacimientos de Litio Bolivianos**  
CORPORACION

- Referencias**
- Puntos muestreados superficial
  - Puntos muestreados en pozo
  - Delimitación de cuenca



Mapa de Exploración Geoquímica en el Salar de Empexa



## 6.

# DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Comprometidos con el medio ambiente, YLB es una empresa que industrializa la salmuera y las sales de Bolivia, cuidando el equilibrio de su entorno medio ambiental, es por ello que todos sus proyectos cuentan con licencias ambientales y se verifica un trabajo ecoeficiente mediante la unidad de medio ambiente.

### 6.1

#### LICENCIAS AMBIENTALES Y MONITOREO

En la actualidad, YLB cuenta con las siguientes licencias ambientales:

La Planta Piloto de Materiales Catódicos cuenta con el Certificado de Licencia Ambiental 05010300-12-CLA-C3-01/2017 y en la gestión 2018 se realizaron la toma de muestras y análisis para la presentación del Informe Anual de Monitoreo Ambiental.

La Planta Piloto de Baterías cuenta con el Certificado de Dispensación 050103-19-CD-C3-025/2013 y presentó su informe de monitoreo ambiental anual.

Los proyectos que desarrollamos en el Salar de Uyuni son la Planta Piloto de Carbonato de Litio que cuenta con el

Certificado de Dispensación 051402-CD EMAP C3 20/2009 y el Proyecto Planta Modular y Planta Industrial de Cloruro de Potasio DIA 050901/02/DIA/4544/13. Este último presentó el informe anual de la gestión 1/6/2017 al 1/6/2018.

Además, Durante el periodo 2018 se ha obtenido la licencia Ambiental de la PLANTA INDUSTRIAL DE CARBONATO DE LITIO con número de Declaratoria de Impacto Ambiental 50901/02/DIA/N°30/2018 otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua. También se obtuvo el certificado de dispensación Nro. 050103-18-CD-099/2018 para el proyecto CONSTRUCCION DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES Y RECURSOS EVAPORÍTICOS DE BOLIVIA (CICYT MAT REB EN LA PALCA – POTOSÍ) otorgado por la Secretaria de Madre Tierra del Gobierno Autónomo Departamental de Potosí.

## 6.2

### INSPECCIONES AMBIENTALES REALIZADAS A LAS DIFERENTES ÁREAS DE TRABAJO Y EMPRESAS CONTRATISTAS

Las empresas contratistas y subcontratistas que trabajan en nuestros proyectos deben contar con su Plan de Manejo Ambiental y periódicamente presentan informes. Personal de la Unidad de Medio Ambiente realiza inspecciones a las empresas y a nuestras áreas de trabajo.



*Inspección a las empresas contratistas*

### Monitoreo de Fauna

En el Salar de Uyuni se hacen monitoreos periódicos de fauna y en esta gestión se rescataron aves que en su paso por el salar, por cansancio o al ser atacadas por otras aves no pueden seguir su vuelo y por las condiciones mueren, en esta gestión se rescataron estas aves y fueron llevadas a zonas donde se encontraban poblaciones de las mismas.



*Liberación de una guallata o ganso andino en bofedal de la represa de Colcha K*



*Guallata con otras de su especie en el bofedal*

### Gestión de Residuos Sólidos

En todos nuestros proyectos se realiza la selección en origen de RRSS para lo que se cuenta con clasificadores de residuos sólidos. Los residuos sólidos recogidos de las diferentes áreas son pesados y posteriormente trasladados y dispuestos de acuerdo a sus características en celdas externas y al interior de un galpón.



*Selección en origen de los residuos sólidos en clasificadores de distintos colores*



*Pesaje de los diferentes residuos*

El manejo que realizamos nos permite la reutilización y el reciclaje. Los empetrolados son incinerados con parte de los convencionales, los orgánicos son enterrados en fosas revestidas y tratadas con sulfato de calcio e hidróxido de magnesio que tienen características similares a la zeolita y nos ayudan con el control de lixiviados, olores y vectores.



*Celdas para acumulación de PETs y otros plásticos*

Otra actividad cotidiana es el rastrillaje de residuos sólidos, que consiste en recoger todo residuo que el viento haya podido transportar a la plataforma del camino o al salar.



*Actividad de búsqueda y recojo de residuos sólidos*

EMPRESAS	TOTAL (Kg.)
Contratistas	555.228,75
YLB	5.611,2
<b>TOTAL</b>	<b>560.839,95</b>

*Tabla de Generación de Residuos Sólidos (Gestión 2018)*

### Gestión del Agua

El agua en el salar de Uyuni e inmediaciones es un recurso escaso, por lo que se controla su uso y se realiza tratamiento para la recirculación. En esta gestión se construyeron tres plantas de tratamiento de aguas. PTAR de aguas negras, PTAR de aguas grises y PTAR de aguas industriales, además de mejorarse todo el sistema de alcantarillado.



*Piscina de acumulación de aguas domésticas tratadas*





*Exterior e interior de la Planta de Tratamiento de aguas industriales*

En el caso de La Palca las aguas de las Plantas Piloto y laboratorios se tratan, estabilizando el pH en algunos casos con hidróxido de aluminio e hidróxido de sodio y en otros con cal y sulfato de aluminio en cantidades muy controladas, para que después de una decantación se pueda evacuar el agua y se confine el precipitado luego de secarlo por evaporación natural. También se estudia el uso futuro del material sólido confinado.

Como parte de la gestión del agua, se cuenta con baños secos ecológicos de los cuales se recogen residuos sólidos y líquidos. Estos últimos serán utilizados por la Dirección de Investigación y Desarrollo para la producción del fertilizante estruvita, por lo que son acumulados.



*Recojo de orina de baño seco ecológico*



*Almacenado de orina en tanques.*

### **Cuidado de Áreas Verdes**

El campamento Llipi se encuentra en un área denominada pre-salar en el cual hay una alta salinidad y poca materia orgánica, no obstante con mucho esfuerzo se conservan algunos árboles de olmo negro, que es una especie resistente a la salinidad.



*Podado de arbolito de olmo negro*



*Regado de arbolito de olmo negro*

### 6.3 CAPACITACIÓN A NUESTRO PERSONAL Y PERSONAL DE LAS EMPRESAS

En todos nuestros proyectos se realizan inducciones a personal externo que ingresa ocasionalmente para trabajar por un periodo largo de tiempo, también a personal nuevo de la empresa, se capacita.

Se dan charlas al personal de diferentes áreas de nuestra empresa y periódicamente a solicitud de algunos contratistas, se dan capacitaciones en cuanto a la Gestión Ambiental, la Gestión de Residuos Sólidos, Lectura de Medidores y otros temas relacionados al Medio Ambiente.

RESUMEN DE INDUCCIÓN AMBIENTAL Y CAPACITACIONES ENERO - OCTUBRE 2018	PARTICIPANTES
Inducción y Capacitación Ambiental a personal de Y.L.B.	426
Inducción Ambiental a Empresas Contratistas	285
Inducción Ambiental a Visitas	460
<b>TOTAL DE PARTICIPANTES</b>	<b>1171</b>



Charla de gestión ambiental previa al ingreso al trabajo.

### 6.4 PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL 2018

Durante la gestión 2018, de acuerdo a la Ley General de Higiene y Seguridad Ocupacional y Bienestar DL 16998, se ejecutó el Programa de Prevención de Riesgos para el control de incidentes y enfermedades ocupacionales en todos los lugares de trabajo que se encuentran en operación.

**Fase: Planta Industrial – Salar de Uyuni Potosí**

#### Inspección en Seguridad y Salud ocupacional

De acuerdo a lo programado en la gestión 2018 de Enero a

Octubre se han realizado 2229 Inspecciones de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional con el respaldo documental correspondiente; lo cual ha coadyuvado a establecer medidas de control preventivas y correctivas detectando condiciones y acciones inseguras para la mejora de la cultura de la seguridad.



	INSPECCIONES REALIZADAS - GESTIÓN 2018												TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	8	109	196	167	136	111	136	210	136	120	253	7	1589
EXTINTORES	63	61	131	98	54	56	81	48	61	26	26	8	713
GENERADORES	2	2	24	0	0	15	0	0	0	2	0	0	45
HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS	0	1	2	1	0	0	1	2	5	0	0	0	12
HERRAMIENTAS MANUALES	0	2	5	0	23	1	1	2	6	1	1	0	42
CONEXIONES DE GAS	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
VEHÍCULOS	0	0	0	0	0	0	0	2	9	2	4	3	20
ÁREAS DE TRABAJO	0	2	2	0	0	0	3	2	2	2	3	0	16
ARNESES DE SEGURIDAD	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
EQUIPOS A PRESIÓN	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
BOTIQUINES FIJOS	8	13	10	9	10	0	2	8	5	5	8	0	78
SERVICIO DE CATERING	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	9
<b>TOTAL</b>													<b>2545</b>

Inspecciones en Seguridad y Salud en el Trabajo - 2018

#### Charlas de seguridad Capacitación y entrenamiento.

Mediante charlas teórico - prácticas se realizan capacitaciones continuas existiendo tres modalidades: Inducción general al personal de YLB, Inducción externa (visitas y contratistas) y Capacitación en materia de prevención de riesgos en el trabajo promoviendo así la cultura de seguridad.

Se logró la participación de 426 personas en inducción interna y 368 personas en inducción externa; se realizó la capacitación en 22 temas diferentes en relación a Seguridad y 17 temas en relación a Salud y Medicina del trabajo en el periodo de Enero a Octubre, obteniendo la participación de 2138 personas.



Conformación de Brigadas de Emergencia

Con el apoyo de la unidad de Seguridad Física durante esta gestión se conformaron dos Brigadas de Emergencia:

- 1) Brigada de Rescate y Salvamento y
- 2) Brigada de Atención Pre hospitalaria

La primera con el liderazgo del Encargado de Seguridad Física, Gonzalo Alfaro Skett y la segunda con el liderazgo del Encargado de Salud Ocupacional, Dr. Mael Bejarano Gonzales y Dr. Samuel Catacora Morales, Encargado de Medicina del trabajo; Se cuenta actualmente con 32 brigadistas capacitados, de diferentes áreas para lograr la cobertura tanto en el área del salar como en el campamento de Llipi. Esta medida forma parte de la implementación del Plan de Emergencias el cual continuara la siguiente gestión.

lográndose el objetivo de evaluar, los procedimientos, herramientas, habilidades, destrezas, capacidad individual, grupal e institucional de Yacimientos de Litio Bolivianos, obteniendo resultados satisfactorios como se muestran en los indicadores a continuación:

INDICADOR	TIEMPO PROPUESTO (HORA/MINUTOS/SEGUNDOS)	TIEMPO REAL (HORA/MINUTOS/SEGUNDOS)
1. Hora que se declara emergencia	16:30	16:32
2. Hora de llamada	16:32	16:35
3. Tiempo que dura el rescate	20 minutos	12 minutos
4. Hora de Llegada de la ambulancia	16:35	16:34
5. Hora de salida de la ambulancia	16:45	16:45
6. Hora de llegada al centro de salud más cercano		17:36



Capacitación en manejo de extintores - Salar de Uyuni



Realización de simulacro de incendio en la Planta Piloto de Carbonato de Litio en Planta Llipi

En fecha 28 de Octubre de 2018 se realizó un simulacro de evacuación médica, frente a un incidente de explosión e incendio en la planta Piloto de Carbonato de Litio, que fue ejecutado por la Brigada de Atención Pre hospitalaria,

Una de las actividades más importantes en temas de prevención y promoción de la salud se da a través de la Inmunización del personal. Las actividades de vacunación se llevan a cabo gracias a la colaboración de instituciones de salud locales con las que YLB Corporación - Planta Llipi logró importantes acuerdos para la dotación de un grupo de vacunas que son proporcionados por el Ministerio de Salud del Estado Plurinacional de Bolivia. Los resultados pueden observarse en la siguiente tabla:

PROGRAMA DE INMUNIZACIÓN YLB CORPORACIÓN - PLANTA LLIPI															
	FUENTE	FORMA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OBSERVACIONES
FIEBRE AMARILLA (FA)	MINISTERIO DE SALUD	CONVENIO HOSP. MUNICIPAL JOSÉ EDUARDO PÉREZ PÉREZ UYUNI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	30	IMPLEMENTADO
ANTITETÁNICA (dT)		CONVENIO HOSP. MUNICIPAL JOSÉ EDUARDO PÉREZ PÉREZ UYUNI	7	6	6	16	62	31	48	22	42	6	30	40	
HEPATITIS B (HEP. B)		CONVENIO C. S. RÍO GRANDE	0	0	0	0	52	35	52	0	23	23	0	0	
INFLUENZA ESTACIONAL		CONVENIO HOSP. MUNICIPAL JOSÉ EDUARDO PÉREZ PÉREZ UYUNI	0	0	0	0	18	114	44	17	18	0	0	0	

*Inmunización Fase Industrial – Llipi*

los trabajadores, sus áreas de trabajo, y la revisión de las herramientas con las que se trabaja.

También realizamos actividades de inspección a empresas contratistas que a lo largo de estas gestiones trabajaron para el proyecto en diferentes obras, como la construcción de la planta piloto de materiales catódicos, construcción del puente vehicular de acceso a la planta, construcción del comedor y la última obra que se viene ejecutando con los trabajos de construcción del nuevo Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología, sin dejar de lado las actividades de las empresas contratistas que nos brindan el servicio de Catering.



*Conformación de brigadas de emergencia*



*Inspección en Seguridad Industrial a la Planta Piloto de Baterías en La Palca*



*Inspección en Seguridad Industrial a la construcción del Centro de Investigación del CIDYP en La Palca*

Verificamos todas las unidades operativas con esta actividad, las condiciones de los implementos que son dotados a

**Charlas de seguridad Capacitación y entrenamiento.**

Se realizan charlas en todas las áreas de operación con la elección de temas cortos de los cuales son seleccionados de acuerdo a las observaciones que se presentan en cada una de las áreas de operación.

**INDUCCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL, MEDIO AMBIENTE A PERSONAL QUE VISITA EL PROYECTO**



*Capacitación en manejo de extintores*

Se cumplió con la “CAMPAÑA DE VACUNACION” a todos los trabajadores del CIDYP procedió a la aplicación de la VACUNA ANTITETÁNICA por parte de personal de la Caja Petrolera de Salud, continuando sus dosis respectivas.



*Programa de inmunización*

**Gestión de Incidentes.**

En el transcurso de la gestión 2018 se presentaron incidentes los cuales requirieron de la atención de primeros auxilios estos incidentes consistían en quemaduras con sustancias químicas, cortaduras por la manipulación de equipos y/o materiales, salpicaduras de sustancias químicas mismos que no han requerido de bajas médicas que sean de mayor relevancia por lo cual no existen días de trabajo perdido lo cual es muy sobresaliente en el Proyecto.

YLB, mediante su departamento de Seguridad Física, cumple también una función social de rescate y salvataje, a través de sus tres brigadas, compuestas por 48 funcionarios, quienes atienden casos de emergencia internos y externos a YLB.

**FOTOS RESCATES PRINCIPALES**



*Rescate a vagoneta de BTV*



*Rescate a turista coreano Kim Minhyeon extraviado en el salar y con signos de deshidratación*



# 7.

## DEPARTAMENTO DE COMERCIALIZACIÓN

El Departamento de comercialización durante la gestión 2018, ha realizado diferentes actividades con el fin de desarrollar la imagen de productos de YLB, como el Cloruro de Potasio, Carbonato de Litio, Cloruro de Sodio y otros derivados; así como para incrementar la visibilidad de la empresa, dando continuidad a los convenios de cooperación interinstitucional, participación en ferias y eventos de comercialización,

### 7.1

#### CONVENIOS

Durante la gestión, dando continuidad a convenios suscritos con diferentes instituciones y empresas para demostrar a través de la validación de uso de productos y subproductos de la empresa YLB en distintos rubros, se realizaron pruebas de cloruro de potasio y su efecto en el rendimiento de cultivos.

### Convenio con la empresa Hortícolas Chui.

La empresa Hortícolas Chui dedicada al cultivo hidropónico de hojas en invernadero, efectuó el estudio: “Evaluación de los efectos del KCl en dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo un sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique) en la ciudad de El Alto – La Paz”, desarrollado por el estudiante Ivar Choque, con el asesoramiento Cosme Huanca.

Los resultados mostraron que el Cloruro (Cl-) muestra no ser fitotóxico para el cultivo de lechuga estando a niveles cercanos a 100 ppm. La adición de KCl influyó significativamente en el desarrollo de las plantas para expresar las variables anchas de limbo, largas de hoja, altura de planta en ambas variedades (Crocantela y Romanela).



*Planta con deficiencia de potasio*



*La correcta asimilación del potasio por la planta muestra que el KCl brinda a la planta este elemento mejor que otros fertilizantes potásicos que se encuentran en el mercado.*

### Convenio con la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA)

Mediante convenio específico para productos y subproductos con la Facultad Tecnológica de la UMSA, se realiza la investigación: “Obtención de Sulfato de Magnesio a partir de los lodos residuales provenientes de la obtención de Carbonato de Litio en planta piloto Llipi”, siendo realizada por la universitaria Gabriela Torrez, en la cual se desea valorizar los lodos residuales con la obtención de Sulfato de Magnesio que tiene aplicación en el área industrial y agrícola, demostrando la factibilidad técnico-económica de recuperación de residuos de los procesos productivos de YLB.

### Convenio con el Municipio de Ayo Ayo

Habiéndose firmado el convenio de cooperación entre el Gobierno Autónomo Municipal de Ayo Ayo y la empresa Pública Nacional Estratégica Yacimientos de Litio Bolivianos se puso en marcha el proyecto: “IMPLEMENTACIÓN DEL CLORURO DE POTASIO EN EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.)”, con el fin de coadyuvar el desarrollo agrícola de las comunidades en el municipio de Ayo Ayo.

### Convenio con el Instituto de Desarrollo Rural Integral de la Universidad San Francisco Xavier (USFX)

El Instituto de Desarrollo Rural Integral IDRI, tiene como finalidad desarrollar acciones de gestión y generación del conocimiento, sustentado en procesos de investigación, extensión, interacción y fortalecimiento de capacidades mediante sinergias institucionales, en función a políticas de desarrollo regional para contribuir al mejoramiento de vida y alivio de la pobreza.

En la implementación del proyecto de la universitaria María René Baldvieso denominado “CONTROL DEL FUSARIUM SP. EN EL CULTIVO DE MAÍZ MEDIANTE TRATAMIENTOS

CON PRODUCTOS ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN EL CIICA-VC, YOTALA”, se plantea que el Potasio es un elemento que incrementa el sistema inmunológico de la planta, por tanto se pretende demostrar el efecto positivo en la disminución de la incidencia del Fusarium en el cultivo del maíz, frente al uso de tratamientos químicos.

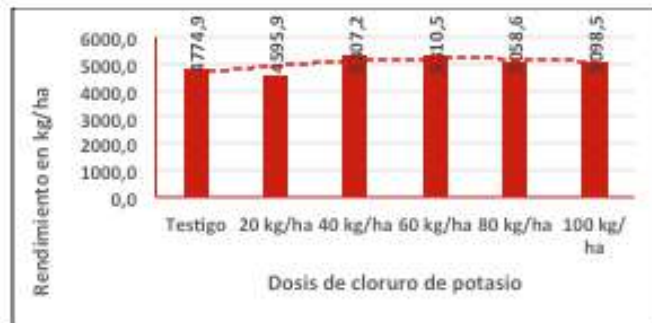
### Convenio con la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Martín Cárdenas” de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS)

La Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UMSS, tiene el propósito de formar recursos humanos en las Ciencias Agropecuarias y Forestales para el desarrollo sostenible regional y nacional. Desarrolla actividades de formación (pre y posgrado), estudios científicos, interacción social y extensión universitaria.

El presente convenio desea promover propuestas y/o proyectos de investigación para la mejora de suelos e incrementar la producción de cultivos (cantidad y calidad) con el empleo de fertilizantes minerales a base de: sales de potasio, sales mixtas de potasio y magnesio, además de proveer cloruro de sodio para la elaboración de sal mineral para ganado, planificándose para la gestión 2019 las campañas agrícolas de prueba.

### Convenio con El Vallecito - Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM)

“El Vallecito”, instituto dependiente de la facultad de Ciencias Agrícolas de la UAGRM con patrimonio propio con objetivos y fines específicos que se aplican a los diferentes programas y rubros dedicados a la investigación, ha llevado adelante con el universitario Oscar daza Gómez el proyecto “RESPUESTA DEL CULTIVO DEL MAÍZ (ZEA MAÍZ L.) VARIEDAD CHIRIGUANO A LA APLICACIÓN DE CINCO DOSIS DEL FERTILIZANTE CLORURO DE POTASIO EN LA CAMPAÑA AGRÍCOLA VERANO 2018, IIA EL VALLECITO, SANTA CRUZ – BOLIVIA” mediante el cual se pudo validar el rendimiento del grano con un análisis de varianza demostrando que no existe diferencia estadística, el rango de rendimiento varia desde 4595,9 a 5310,5 kg/ha, los valores mas elevados corresponden a las dosis de 40 a 60kg/ha de cloruro de potasio y los valores mas bajos lo registran el testigo y la dosis de 20 kg./ha., ademas es posible visualizar una tendencia cuadratica negativa. Por lo cual podemos indicar que los resultados obtenidos requiere un análisis más profundo para realizar nuevos estudios de fertilización con el cloruro de potasio.



*Representación gráfica del rendimiento en kg/ha en el estudio: respuesta del cultivo del maíz (Zea maíz l.) variedad Chiriguano 36 a la aplicación de cinco dosis del fertilizante cloruro de potasio, campaña agrícola verano 2018.*

## 7.2 PARTICIPACIÓN EN FERIAS Y EVENTOS

Con el objetivo de promocionar los productos y subproductos de Yacimientos de Litio Bolivianos se participó de ferias y eventos, en diferentes rubros tanto el rubro agrícola, como energético y comercial.

### EXPO ALADI- PERU

El evento (EXPO ALADI), que fue celebrado del 17 al 19 de octubre del 2018, es un evento latinoamericano orientado a incrementar y fortalecer el comercio entre nuestros 13 países miembros; para difusión de la oferta exportable y aprovechamiento de oportunidades comerciales que emanan de los acuerdos suscritos en el ámbito de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), generando más comercio, más conocimiento y más integración regional con el objetivo de potenciar las oportunidades de los países para crecer y aumentar su participación en el mercado regional y fomentar la integración productiva regional, impulsar los encadenamientos productivos y la logística.

La participación de YLB en la Macrorrueda de negocios EXPO ALADI permitió incrementar la demanda de los productos de YLB, difundiendo la industrialización de Litio boliviano, además de dar paso a un acercamiento comercial, lográndose contacto con 15 empresas en la feria, lo que permitió la formación de vínculos comerciales con otros países de Latinoamérica para la venta de Cloruro de Potasio.



## FERIA DE SEMILLAS – CHALLAPATA

Feria de Semillas – Challapata, celebrada el 22 de agosto del 2018, tuvo la finalidad de promover el uso de semilla certificada en el departamento de Oruro, además de mostrar el potencial de esa región en cultivos de papa, haba, hortalizas, cañahua y forrajes.

La empresa de Yacimientos de Litio Boliviana hizo su participación en la 3ra. Feria Municipal de Semilla de Altura 2018 Organizada por el Municipio de Challapa, con la finalidad de poder promocionar el producto Cloruro de Potasio, en este sector del país dirigida a los productores de tubérculos.



*Personal de YLB en la Feria de Semillas de Challapata*

## FERIA DE SEMILLAS - CARACOLLO

Feria de Semillas – Caracollo (Oruro), fue celebrada el 12 de agosto 2018, organizada por INIAF Oruro, actividad en la que se ofertaron una variedad de simientes certificados por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

YLB estuvo presente, exponiendo ante productores agrícolas el uso que tiene el Cloruro de Potasio como nueva alternativa

de nutriente para su campo, siendo este bien acogido por los productores locales.



*Funcionaria de YLB proporcionando información a productores.*

## FERIA INTERNACIONAL DE LA MINERÍA, ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE (FIMEM)

FIMEM organizada por la Universidad Técnica de Oruro, fue celebrada del 9 al 12 de agosto del 2018, con la finalidad de incentivar las actividades mineras, metalúrgicas, medio ambientales y de generación de energía en el país.



*Personal de YLB preparados para la feria*

La presencia de YLB, en la feria, además de presentar los beneficios de uso de productos, mostro avances de los proyectos estratégicos generando conocimiento de la empresa a través de material informativo.

### FEXPO SIV

FEXPO SIV (San Ignacio de Velasco), se llevó a cabo del 22 al 29 de julio del 2018, es una iniciativa de la Asociación de Ganaderos de San Ignacio de Velasco – AGASIV, de la Asociación boliviana de Criadores de CEBÚ-ASOCEBÚ, y de la federación de Ganaderos de Santa Cruz – FEGASACRUZ, instituciones que están empeñadas en construir a este evento en la mayor vitrina comercial, agropecuaria productiva de la Chiquitania, con exposiciones Comerciales de productos e insumos agropecuarios.



*Funcionarios de Comercialización de YLB en stand de exposición.*

El Cloruro de Potasio de YLB, presentado ante potenciales compradores, generó gran expectativa por sus cualidades, logrando desarrollar interés de productores para adquirirlo y de asociaciones para el posible desarrollo convenios estratégicos comerciales.

## 7.3 FORO IBEROAMERICANO COMERCIAL



*Expositores del Foro Iberoamericano Comercial*

El Foro Iberoamericano Comercial “USO POTENCIAL DE FERTILIZANTES POTÁSICOS Y BATERÍAS DE ION LITIO EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS” fue celebrado en fechas 23 y 24 de octubre del 2018 en el Salón Auditorium de la Calle Fernando Guachalla, Zona Sopocachi de la ciudad de La Paz – Bolivia.

### Objetivos del foro

- Reunir a actores potenciales involucrados con aplicación de baterías de Litio en sistemas fotovoltaicos, así como en la aplicación de fertilizantes potásicos que operan en la región Iberoamericana, para que expongan experiencias, problemáticas y oportunidades en su aplicación y comercialización.
- Difundir y proyectar la imagen de la Empresa Estatal YLB, que desarrolla productos de valor agregado a partir de recursos del Salar de Uyuni, como el carbonato de Litio, fertilizantes material catódico y baterías de ion Litio.
- Conocer el movimiento económico mundial del mercado y oportunidades de negocio de los fertilizantes a base de Potasio.
- Conocer las experiencias, perspectivas e implementación de sistemas fotovoltaicos de tercera generación para uso intensivo en áreas rurales dispersas de la región Iberoamericana.
- Conocer la aplicación de baterías de ion Litio en sistemas de generación de energía renovable.
- Vincular y generar alianzas estratégicas para trabajo conjunto en el campo de desarrollo e innovación aplicada y/o comercialización, en temáticas abordadas en el evento.

### Conclusiones

#### Temática fertilizantes potásicos:

- La producción de Cloruro de Potasio KCl tiene la capacidad y sobre todo la calidad requerida para ser un producto de exportación, ya que, por empresas internacionales, ha sido probado sus estándares para atender el mercado global.
- La producción de esta industria permitirá articular a diferentes actores involucrados en el sector, vale decir: el sector público y privado, para un beneficio conjunto del país.
- Ha permitido fortalecer y establecer relaciones entre diferentes actores del sector de los fertilizantes y de

los sistemas fotovoltaicos, entre investigadores y la universidad, empresas privadas, instituciones sin fines de lucro y el Estado a través de la entidad pública YLB.

#### Temática: Baterías ion Litio

- Desde diferentes puntos de vista, la electrificación rural es una necesidad social real existente, no sólo en nuestro país, sino también en la región compartiendo prácticamente las mismas necesidades, y además, la implementación de los sistemas fotovoltaicos genera y seguirá generando una oportunidad de negocio y de mercado para Yacimientos de Litio Bolivianos en su línea de productos de valor agregado y de uso final.
- Para YLB el foro ha permitido conocer e identificar necesidades reales del mercado, y en ese entendido se procurara satisfacer éstas necesidades.
- Estas temáticas deben ser abordadas y trabajadas de manera conjunta entre la universidad, el Estado y la empresa privada, para poder apoyarse y coadyuvar al logro de los objetivos estratégicos en este sector.



YLB reconoce el aporte de los expertos

## 7.4

### VENTA DE PRODUCTOS

#### Exportación de Productos

##### Carbonato de Litio

Entre los despachos realizados de Carbonato de Litio, se tienen despachadas 10 [T] a la Empresa Internacional OMEGA RESOURCES con destino a Estados Unidos.

Empresa Omega Resources Group LLC; Producto vendido: Carbonato de Litio; Cantidad: 10 Ton.



*Operadores despachando producto*

### Cloruro de Potasio

Mencionar que durante las gestión 2018 se ha tenido como uno de nuestros clientes principales a la Empresa FERTITEX logrando despachar un total de 1200 [T] de Cloruro de Potasio, siendo su destino final el vecino país Brasil.

HINOVE, BRPEC AGRO-PECUARIA, son también empresas internacionales, ambas empresas del Brasil, logrado despacharse a cada una 200 [T] de Cloruro de Potasio Empresas Fertitex Agro-Fertilizantes E Productos Agropecuarios LTDA; Producto vendido: Cloruro de Potasio; Volumen despachado: 1200 Ton.



*Producto embolsado listo para despachar*



*Empresa Hinove Agrociencia S.A; Producto vendido Cloruro de Potasio; Volumen despachado 200 Ton.*



*Empresa BRPEC Agro-Pecuaria S.A.; Producto Vendido: Cloruro de Potasio; Volumen despachado: 200 Ton.*



*Cargando producto para su transporte*

**Mercado Nacional**

Entre ventas a clientes locales de Cloruro de Potasio se tiene a Peso Agropecuaria con un despacho de 300 [T], Agropecuaria Canaan con un despacho de 170 [T] y entre otras a Shaman Agropastoril con un despacho de 100 [T].

**Cloruro de Potasio**

Empresa Peso Agropecuaria S.R.L.; Producto vendido: Cloruro de Potasio; Volumen despachado: 300 Ton.



*Empresa Agropecuaria Canaan; Producto vendido: Cloruro de Potasio; Volumen despachado: 170 Ton.*



*Empresa Shamah Agropastoril Agricultura; Producto vendido: Cloruro de Potasio; Volumen despachado: 100 Ton.*



*Empresa Agropecuaria Canaan; Producto vendido: Cloruro de Potasio; Volumen despachado: 170 Ton.*

**Cloruro de Sodio**

Durante esta gestión se han despachado 757 [T] de Cloruro de Sodio, de las cuales 676 se han despachado a la empresa Molinos Copacabana.



*Empresa Molinos Copacabana; Producto vendido: Cloruro de sodio; Volumen despachado 676 Ton.*



### RESUMEN DE INGRESOS POR VENTAS 2018

El presente cuadro muestra el comportamiento del portafolio de productos que Yacimientos de litio Bolivianos (YLB) comercializó en la gestión 2018.

PRODUCTO	VOLUMEN (TM.)	MONTO (Bs.)	(%)
Cloruro de Potasio	13.115,295	20.155.948,69	61,32
Carbonato de Litio (grado técnico)	110	12.633.850,81	38,44
Cloruro de Sodio	757	68.161,44	0,21
Cloruro de Magnesio (hexahidratado)	16	12.044,21	0,03
<b>TOTAL (Bs.)</b>		<b>32.870.005,15</b>	<b>100,00</b>

*Ingresos por la venta de productos y subproductos – 2018*

**Carbonato de litio:** Se vendió un total de 110 TM, lo cual en términos de ventas significó un total de Bs. 12, 633,850.81 este monto representa un total de 31.90% del ingreso total.

**Cloruro de Potasio:** Se vendió un total de 17.614 TM., lo cual en términos de ventas para la Empresa significó un total de Bs. 26.894.980,68 representando un total de 67.90% del ingreso total.

**Cloruro de Sodio:** Se vendió un total de 757 TM, lo cual en término de ventas significó un total de Bs. 468,131.44 representando un total de 0,40% del ingreso total.

**Cloruro de Magnesio deshidratado (Bischofita):** Con alguna restricción por políticas internas, se vendió un total de 16 TM, lo cual en términos de ventas para la empresa

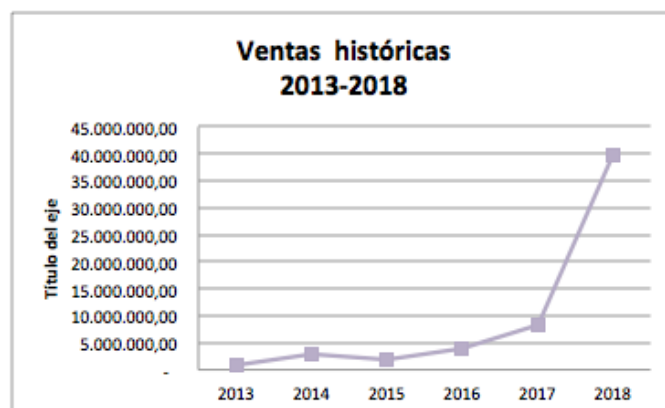
significó un total de Bs. 12,044.21 representando un total de 0,07% del ingreso total.



*Volúmenes e Ingreso de ventas por producto*

### Ingresos por ventas de productos y subproductos Fase Piloto 2013-2018

En relación a las ventas, aumentaron los volúmenes de venta tanto en el mercado interno como en el externo lo que representó un incremento de ingresos del 373.15% con relación al año 2013, esto debido a la inauguración de la Planta Industrial lo que incremento volúmenes de producción y la proyección de ingresos por ventas, tal como se muestra en la gráfica siguiente:



*Ingresos totales 2013-2018*



## 8. DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA FINANCIERA

Desde administración se vienen encarando las siguientes actividades propias del área:

- Se presentó a la MAE una propuesta de Manual de Procedimientos de Activos Fijos, mediante nota interna YLB-DAF-JDA 09/2018 de fecha 29/08/2018 (HR 1303/18)
- Para la salvaguarda de los activos fijos y en cumplimiento al D.S. 0181 Normas Básicas del Sistema de Administración de Bienes y Servicios (NB-SABS) Art. 79 Contratación Cobertura de Seguros al 31/12/2018
- Seguimiento de siniestros ocurridos en los diferentes centros dependientes de YLB para el resarcimiento respectivo y oportuno antes del cierre de gestión.
- En proceso de elaboración Manual de Procedimientos de las siguientes áreas: Almacenes, Procesos de contratación y Servicios Generales, producto a ser entregado hasta antes de fin de gestión 2018
- En proceso inventario físico valorado de activos fijos de 2008 al 2018.

- En actual proceso conciliaciones contables tanto de activos fijos como de almacenes al 2018.
- La Unidad de Procesos Administrativos, realiza los actos administrativos, generando 268 procesos, así como la emisión quincenal de actualización de seguimientos de cada uno de los procesos de contratación.
- En proceso elaboración de Inventario de Procesos de Contratación gestiones 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.
- Uno de los principales objetivos del área de almacenes es optimizar la disponibilidad de bienes de consumo, el control de sus operaciones siendo su alcance los bienes de consumo adquiridos por YLB y mejorar los controles administrativos para tener una información confiable y útil en la toma de decisiones.
- Elaboración de formularios de recepción, formularios de ingresos, formularios de pedido y entrega (materiales), vales de entrega (combustible) información con la cual se elabora el reporte de movimiento mensual.
- Almacenes tiene a su responsabilidad la custodia y despacho de Producto Terminado; actividad administrativa y operativa, debido a que se realiza la documentación de remisión de producto al cliente y al mismo tiempo efectúa la coordinación para movilización de recursos (maquinaria, personal, instrumentos) con las diferentes áreas operativas a fin de llevar a cabo la mencionada actividad.
- Respecto a la materia prima, desde inicio de la Puesta en Marcha de la Planta Industrial de Sales de Potasio el Área de Almacenes está a cargo del control del pesaje de materia prima (SMK).
- Reorganización y readecuación de los almacenes de planta Llipi, respecto a la Planta Industrial de Potasio.
- Respecto al área de Servicios Generales, entre los principales objetivos es contribuir con el desarrollo de la industrialización de las plantas de KCl y de  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , como una unidad de apoyo de carácter administrativo para el conjunto de las dependencias de YLB Corporación.
- Atender en la provisión y mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios básicos de agua dulce, energía eléctrica, baños higiénicos y duchas, para el personal de la planta Llipi y los correspondientes centros dependientes de la institución, Construir y realizar mantenimiento de obras de infraestructura habitacional y de servicios en obras civiles.



Área de pesaje de materia prima SMK (sector de alimentación; Planta Industrial Sales de Potasio)



Primer despacho correspondiente a la producción de la Planta industrial sales de potasio (03/10/2018)



**REMISIÓN DE PRODUCTO TERMINADO**  
(del 01 de enero al 29 de Noviembre 2018)

PRODUCTO	N° DE DESPACHOS	[ T ] DESPACHADAS
Cloruro de Potasio	123	2.914,51
Cloruro de Magnesio	2	16
Cloruro de Sodio	23	602
Carbonato de Litio	7	30,01
<b>TOTAL</b>	<b>155</b>	<b>3.562,52</b>



*Toneladas despachadas de producto terminado en el periodo de:  
01/01/2018 al 29/11/2018*

El Presupuesto General del Estado – PGE 2018, aprobado mediante Ley N° 1006 de 20 de diciembre de 2017, asigna un presupuesto de Bs1.539.722.607,00 a la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos – YLB.

La Ejecución Presupuestaria de Recursos alcanzó el 55,59% y la Ejecución Presupuestaria de Gastos el 51,41%, como se demuestra gráficamente en los siguientes cuadros:

**EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA DE GASTOS**  
Gestión 2018  
Expresado en bolivianos (Bs.)

Presupuesto en Bs.	2.000.000.000,00		
	1.000.000.000,00		
		Vigente	Ejecutado
		Presupuesto	
	Vigente	Ejecutado	
	1.539.722.607,00	791.508.739,42	
	Presupuesto		Porcentaje
	Vigente	Ejecutado	
	1.539.722.607,00	791.508.739,42	51,41%

Fuente: Sistema de Gestión Pública - SIGEP





## 9. DIRECCIÓN JURÍDICA

La Dirección Jurídica es la instancia que, bajo dependencia y en coordinación con la Gerencia Ejecutiva de la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos de Litio Bolivianos – YLB, se encarga de velar y proteger los intereses de la EMPRESA, prestando asesoramiento a todas las unidades de ésta y asumiendo acciones de defensa ante las autoridades competentes en sede judicial o administrativa de manera oportuna.

### **Misión**

Aplicar y cumplir la normativa positiva vigente, con responsabilidad, profesionalismo y prontitud en los procesos administrativos que se llevan adelante en la institución; y asesorar a todas las instancias de YLB, procurando que toda actuación realizada por éstas se adecuen al marco jurídico.

### **Visión**

Ser la instancia de consulta y procesamiento de trámites, reconocida y respetada con credibilidad que garantice la seguridad jurídica de las acciones que son emprendidas por los funcionarios de YLB.

### Objetivo General

Asegurar, facilitar y promover la correcta aplicación y cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias relacionadas con la gestión institucional de YLB; así como patrocinar a la entidad de acuerdo a lo estipulado en la norma administrativa.

### Principales Funciones

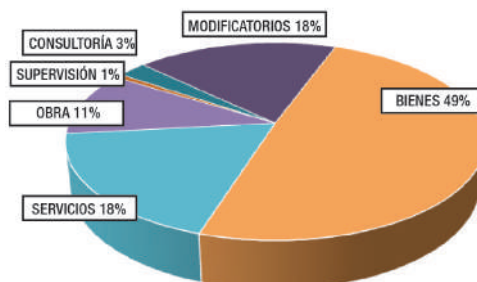
- Prestar asesoramiento jurídico a todas las unidades organizacionales de YLB.
- Elaborar y refrendar contratos y órdenes de compra y/o servicios en los procesos de contratación que realiza YLB.
- Analizar y elaborar contratos modificatorios y órdenes de cambio en la ejecución de proyectos a cargo de YLB.
- Elaborar y visar convenios interinstitucionales con entidades del sector público.
- Elaborar contratos para la comercialización de los productos de YLB.
- Emitir criterios jurídicos para la atención de consultas a requerimiento de las unidades organizacionales de YLB.
- Emitir criterio jurídico para la resolución de contratos suscritos por YLB.
- Proyectar resoluciones administrativas para firma de la MAE o del Directorio de YLB.
- Atender los asuntos de Secretaría del Directorio de YLB.
- Iniciar e impulsar la protocolización de contratos ante Notaría de Gobierno.
- Iniciar e impulsar el trámite ante la autoridad competente para la otorgación de derechos de propiedad intelectual a favor de YLB.
- Iniciar los procesos de saneamiento de bienes inmuebles urbanos y de predios en el Salar de Uyuni y la localidad de La Palca.
- Registrar y reportar contratos ante la CGE en los sistemas establecidos.
- Patrocinar procesos en los que YLB actúe como demandante o demandado ante la autoridad jurisdiccional, precautelando los intereses del Estado y de la entidad.
- Instaurar y sustanciar procesos administrativos internos.
- Registrar y reportar procesos judiciales ante la CGE y la PGE, en los sistemas establecidos.

### ACTIVIDADES REALIZADAS

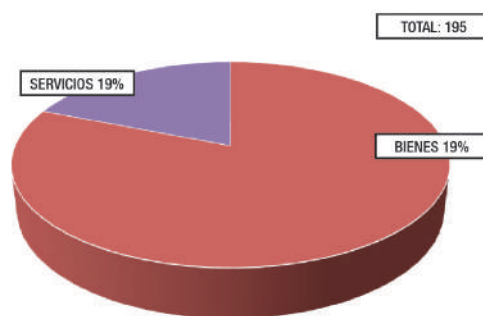
#### GESTIÓN ADMINISTRATIVA

Cumpliendo con las funciones enunciadas, durante la gestión 2018 la Dirección Jurídica presenta los siguientes resultados:

#### a) CONTRATOS ADMINISTRATIVOS Y ORDENES DE COMPRA/SERVICIO

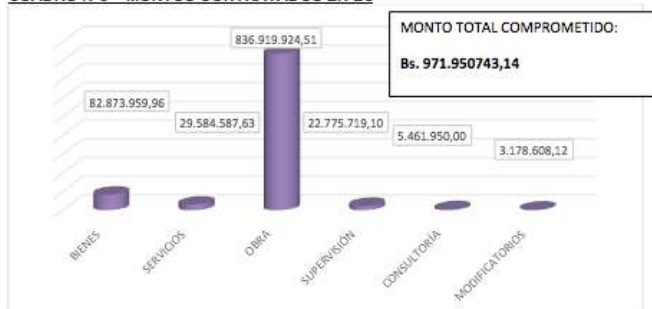


Contratos Administrativos

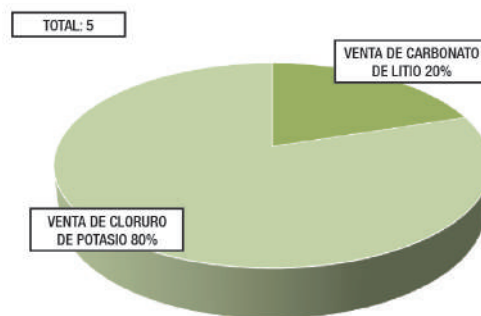


Ordenes de compra/servicio

CUADRO N°3 – MONTOS CONTRATADOS EN Bs



#### b) CONTRATOS DE VENTA

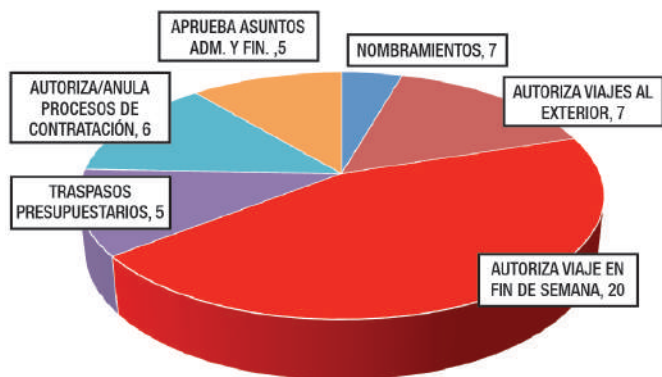


Contratos de venta

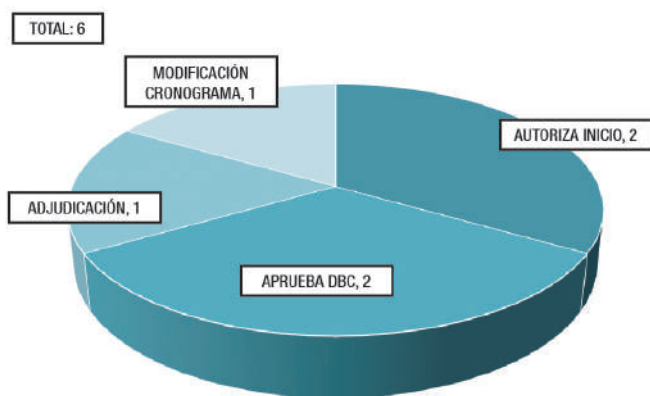
C) CONTRATOS DE PERSONAL EVENTUAL

CONTRATOS ELABORADOS PARA EL PERSONAL EVENTUAL 755

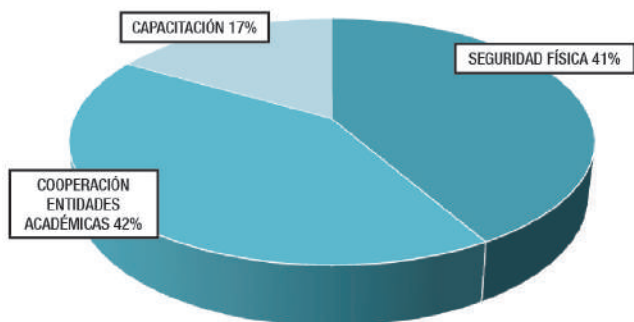
D) RESOLUCIONES ADMINISTRATIVAS



Resoluciones de Gerencia Ejecutiva



Resoluciones del RPC



TOTAL: 15

Convenios

Desarrollo de Normativa

- Promulgación de Decreto Supremo **N°3627** de 25 de julio de 2018 que otorga el carácter **CORPORATIVO** a la empresa.
- Promulgación de Decreto Supremo **N°3738** de 7 de diciembre de 2018 que crea la **EMPRESA PÚBLICA YLB ACISA – E.M.**, de tipología Empresa Mixta y apruebas sus Estatutos.
- Aprobación del **PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE GOBIERNO ELECTRÓNICO DE YACIMIENTOS DE LITIO BOLIVIANOS**.

PROCESOS JUDICIALES Y ADMINISTRATIVOS

- Se han patrocinado trece (13) causas en la vía penal en resguardo y defensa de los intereses de YLB y del Estado, cuyo estado se presenta a continuación:
  - Un (1) proceso en Juicio Oral.
  - Un (1) proceso con Acusación
  - Tres (3) procesos con Imputación
  - Cinco (5) procesos en actividades de investigación
  - Tres (3) Procesos Cerrados con reparación efectiva del daño a favor de YLB.
- Se han constituido anotaciones preventivas (medidas precautorias reales) por la suma de Bs945.440,48 para garantizar la reparación del daño a favor de YLB.
- Se ha recuperado la suma de Bs. 209.933,79.- y 1.260 litros de diésel hurtados a YLB.
- Se ha realizado seguimiento y monitoreo a dos (2) procesos laborales iniciados en contra de YLB, precautelando la defensa de los intereses de la entidad.
- En la vía administrativa se han sustanciado las siguientes causas:
  - Dos (2) procesos administrativos internos iniciados
  - Un (1) proceso administrativo interno con Resolución Sancionatoria Ejecutoriada y archivada.

- Doce (12) procesos administrativos internos en curso

Comisión de Transferencia constituida entre COMIBOL y YLB.

### SANEAMIENTO DE BIENES MUEBLES E INMUEBLES

- YLB se ha constituido ante el Instituto Nacional de Reforma Agraria como parte del proceso de saneamiento del inmueble ubicado en la comunidad La Palca, Cantón Santa Lucía, Municipio de Yocalla, Provincia Tomás Frías, Departamento de Potosí con el objetivo de consolidar el derecho propietario de la entidad.
- Se ha impulsado el trámite administrativo ante el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz para efectuar la transferencia de las oficinas de YLB.
- Se ha prestado apoyo y asesoramiento jurídico a la

### GESTIÓN DE APOYO

Durante la gestión 2018, en cumplimiento del Artículo 133 inciso q) de la Ley N°1990 de 28 de julio de 1999, General de Aduanas; el Artículo 111 del Reglamento de la Ley General de Aduanas, aprobado mediante Decreto Supremo N°25870 de 11 de agosto de 2000; y el Decreto Supremo N°29522 de 16 de abril de 2008 que establecen un régimen de importación de maquinaria y equipos con exención total por el pago de Tributos Aduaneros a favor de las Empresas Públicas Nacionales Estratégicas, previa emisión de Resolución Ministerial por parte del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, se han impulsado los siguientes trámites ante la Aduana Nacional de Bolivia:

Nº IMPORTACIONES	EQUIPOS	PROYECTO	EMPRESA PROVEEDORA	OBSERVACIONES
9 IMPORTACIONES	EQUIPOS AUXILIARES, REPUESTOS, FILTROS BANDA Y BOMBAS DE VACÍO	PLANTA PILOTO DE LLIPI, POTOSÍ	OUTOTEC (PERÚ) S.A.C.	EN PROCESO DE REGULARIZACIÓN
6 IMPORTACIONES	INSUMOS, MATERIALES, EQUIPOS ESPECIALIZADOS	PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS, PALCA POTOSÍ	SAS ECM GREENTECH - FRANCIA	EN PROCESO DE REGULARIZACIÓN
1 IMPORTACIÓN	HORNO TUBULAR	PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS, PALCA POTOSÍ	NABERTHER M Gamba - Alemania	EN PROCESO DE REGULARIZACIÓN
1 IMPORTACIÓN	REACTOR TIPO LABORATORIO	PLANTA PILOTO DE MATERIALES CATÓDICOS, PALCA POTOSÍ	SYRRIS LTD - REINO UNIDO	EN PROCESO DE REGULARIZACIÓN
61 IMPORTACIONES	MAQUINARIA, EQUIPOS, INSUMOS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA	PLANTA PROCESADORA DE SALES DE POTASIO, LLIPI	CHINA CAMC ENGINEERING CO., LTD	23 IMPORTACIONES CON RESOLUCIÓN DE EXENCIÓN DE TRIBUTOS ADUANEROS 38 EN PROCESO DE REGULARIZACIÓN

### Proyección para la Gestión 2019

- Actualizar y uniformar formatos y procedimientos internos para la atención de trámites en el marco del Sistema de Gestión de Calidad.
- Impulsar el saneamiento de bienes inmuebles rurales y urbanos, para constituir el derecho propietario a favor de YLB.



## 10. UNIDAD DE GESTIÓN DE CALIDAD

La Unidad de Gestión de Calidad, fue creada en el año 2018, con la finalidad de liderar el proceso de implementación del Sistema Integrado de Gestión, mediante el cumplimiento de las normas ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad, ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, ISO 45001:2018 Sistemas de Salud y Seguridad en el Trabajo,

para su posterior Certificación Internacional.

La adopción de un sistema integrado de gestión es una decisión estratégica para YLB , que busca ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible , que pretende:

Asegurar la capacidad para proporcionar regularmente productos acordes a la satisfacción de los clientes, proteger el medio ambiente mediante la prevención o mitigación de aspectos ambientales adversos, prevenir los riesgos ocupacionales que afecten la salud de sus trabajadores.

Para tal efecto, se programaron las siguientes actividades:

## DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

### Diagnóstico.

Análisis de brecha, para determinar la situación actual de la empresa respecto al cumplimiento de la normas de calidad y así poder ajustar el cronograma de actividades.

## CAPACITACION

- Realización del curso de sensibilización de las normas de sistemas de gestión, el mismo que será brindado al Directorio y a todo el personal de YLB, para mostrar los lineamientos generales de la norma así como los nuevos requisitos exigidos, es decir el curso de Sensibilización a todo el personal respecto a conceptos básicos de los sistemas de gestión de Calidad
- Realización del Curso de Procesos, con el fin de abordar uno de los principios de gestión definidos en la norma internacional, que coadyuvaran en el desarrollo de los procesos y sus interacciones.
- Formación de Auditores Internos, que tiene la finalidad de capacitar al personal en la metodología para efectuar auditorías internas. Este curso está basado en la norma ISO 19011:2019.

## INFORMACION DOCUMENTADA

- Elaboración de los mapas y fichas de procesos que se efectúan en las diferentes plantas y áreas de YLB.
- Definición de los indicadores necesarios para medir cada uno de los procesos.
- Análisis de las necesidades y expectativas de los clientes y las partes interesadas.
- Análisis del contexto (Entorno legal, tecnológico, competitivo, del mercado).
- Análisis de los riesgos, que es esencial para lograr un sistema de gestión de calidad eficaz.
- Elaboración de la información documentada necesaria para cumplir con los requisitos de las normas ISO 9001; ISO 14001; ISO 45001.

- Elaboración del Manual de Calidad así como del manual de procesos.
- Elaboración de la Política y los objetivos del Sistema Integrado de gestión.

## IMPLEMENTACIÓN

- Implementación del Sistema Integrado de Gestión.
- Realización de auditorías internas del sistema ya implantado.
- Realización de monitoreos tanto de los indicadores como del cumplimiento de los procedimientos.
- Realización de las actividades de mejora producto de las auditorías internas.
- Realización de una última revisión o ajuste del sistema de gestión, antes de recibir al organismo certificador.

## CERTIFICACIÓN INTERNACIONAL

Selección y contratación del organismo certificador, que cuente con la acreditación respectiva.

### ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Durante la Gestión 2018, se realizaron las siguientes actividades :

### DIAGNÓSTICO.

Al inicio del proyecto se realizó un diagnóstico del grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 9001:2015, donde se obtuvo que el grado de cumplimiento era del 11%, con una brecha del 89 %, como se muestra en los gráficos siguientes:

GRADO DE CUMPLIMIENTO ACTUAL DEL SGC			
	Requisitos Normativos Evaluados	Nivel actual	Brecha
Cap. 4	Capítulo 4.- Contexto de la organización	17%	83%
Cap. 5	Capítulo 5.- Liderazgo	28%	72%
Cap. 6	Capítulo 6.- Planificación	0%	100%
Cap. 7	Capítulo 7.- Apoyo	25%	75%
	Capítulo 8.- Operación	6%	94%
	Capítulo 9.- Evaluación del desempeño	0%	100%
Cap. 8	Capítulo 10.- Mejora	0%	89%
	Promedio	11%	89%

En el laboratorio de Llipi el grado de cumplimiento se muestra en el cuadro siguiente.

GRADO DE CUMPLIMIENTO ACTUAL DEL SGC			
Requisitos Normativos Evaluados		Nivel actual	Brecha
Cap. 4	Capítulo 4.- Contexto de la organización	21%	79%
Cap. 5	Capítulo 5.- Liderazgo	86%	14%
Cap. 6	Capítulo 6.- Planificación	36%	64%
Cap. 7	Capítulo 7.- Apoyo	100%	0%
	Capítulo 8.- Operación	58%	42%
	Capítulo 9.- Evaluación del desempeño	84%	16%
Cap. 8	Capítulo 10.- Mejora	57%	43%
	Promedio	63%	37%

En el laboratorio de Llipi, el nivel de implementación alcanza al 63%, con una brecha del 37%.

Este laboratorio cuenta con la acreditación del Ibmetro.

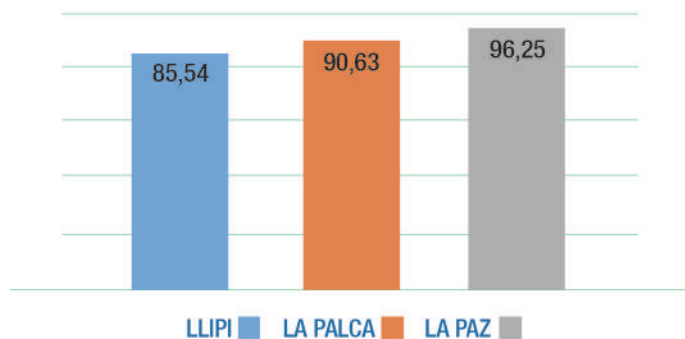
### CURSO DE SENSIBILIZACION

Como parte del proyecto de implementación del Sistema integrado de gestión, a partir del mes de marzo y hasta mayo se dictó el curso de sensibilización en Calidad, donde se mostraron los lineamientos generales de la norma ISO 9001:2015 y de las normas de Gestión.

Esta capacitación se dictó en la planta Llipi, La Palca y La Paz, en el cuadro siguiente se muestra un resumen de las personas capacitadas.

	Capacitados	Programado	%
Llipi	207	242	85,54
La Palca	58	64	90,63
La Paz	75	80	93,75

### ASISTENCIA A LA SENSIBILIZACIÓN



### CURSO DE PROCESOS

Durante el mes de mayo se dictó el curso de procesos, el mismo se realizó en Llipi, La Palca y en La Paz, capacitándose a 40 funcionarios.

La capacitación sirvió para uniformar y desarrollar herramientas comunes para la adopción del enfoque a procesos promovido por las normas de gestión para mejorar la eficacia de los sistemas implementados. Este enfoque implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interrelaciones con el fin de alcanzar los resultados previstos

### MAPAS Y FICHAS DE PROCESOS

Producto del trabajo de los compañeros capacitados en procesos, hasta la fecha se tiene un avance de mas del 60 % en la elaboración de Mapas de procesos, fichas de procesos, como se muestra en el cuadro siguiente.

	RESUMEN EN %			
	CUMPLIDO	CON RETRASO	EN PLAZO	TOTAL
BATERÍAS	100,00	0,00	0,00	100
MATERIALES CATÓDICOS	100,00	0,00	0,00	100
CICYT	54,55	45,45	0,00	100
INVESTIG. LLIPI	100,00	0,00	0,00	100
COMERCIAL LLIPI	100,00	0,00	0,00	100
PISCINAS	83,33	16,67	0,00	100
KCI	77,78	22,22	0,00	100
CARBONATO	54,55	45,45	0,00	100
MASYSO	20,00	80,00	0,00	100
G. EJECUTIVA	55,56	44,44	0,00	100
DAF	0,00	100,00	0,00	100
COMERCIALIZACIÓN	57,14	42,86	0,00	100
SISTEMAS	0,00	100,00	0,00	100
PLANIFICACIÓN	0,00	100,00	0,00	100
MASYSO LP	90,00	10,00	0,00	100
BATERÍAS LP	100,00	0,00	0,00	100
GEOLOGÍA	83,33	16,67	0,00	100
SYSO LLIPI	66,67	33,33	0,00	100
LEGAL	0,00	100,00	0,00	100
RRHH LP	77,78	22,22	0,00	100
<b>TOTAL %</b>	<b>61,03</b>	<b>38,97</b>	<b>0,00</b>	<b>100,00</b>

## 10.1 Política integrada de Gestión

Con el Comité de Calidad se definió la Política Integrada de Gestión, que muestra el compromiso de la Alta Dirección con los requisitos y lineamientos de las normas ISO 9001:2015 (Calidad); ISO 14001:2015 (Medio Ambiente) e ISO 45001:2018 (Salud y Seguridad en el trabajo) la misma que se adjunta..



## **POLÍTICA INTEGRADA DE GESTIÓN**

*Yacimientos de Litio Bolivianos - Corporación, es una empresa pública nacional estratégica que se dedica a la exploración, explotación, procesamiento, industrialización y comercialización de los elementos de valor de la cadena productiva de los recursos evaporíticos de los salares del país. Basados en la investigación, desarrollo e implementación, YLB es la única entidad autorizada para explotar los salares de Bolivia e instalar plantas industriales de sales, pudiendo asociarse para procesos de industrialización con empresas líderes poseedoras de tecnología y experiencia suficiente para la puesta en marcha de plantas industriales, materiales catódicos, baterías y otros productos de valor agregado.*

*Para ello la Alta Dirección se compromete a:*

- *Lograr la satisfacción del cliente y las partes interesadas a través de productos que cumplen estándares de calidad acorde a sus necesidades y expectativas relacionadas a las exigencias del mercado nacional e internacional.*
- *Respetar el medio ambiente a través de una gestión ambiental que identifique evalúe, prevenga y evite la contaminación de nuestro entorno operacional a fin de proteger el medio ambiente, reprocesando los desechos y minimizando el impacto ambiental.*
- *Asegurar la identificación y prevención de ocurrencia de riesgos que puedan afectar la salud e integridad física de nuestros trabajadores y partes interesadas que tienen una relación directa e indirecta con la empresa.*
- *Prevenir tanto accidentes e incidentes de trabajo, como enfermedades profesionales que se puedan causar por las funciones en los diferentes cargos operativos, para solucionar fácil, ágil y eficazmente todo lo relacionado con accidentes, incidentes y/o enfermedades, además de promover y mejorar las condiciones de salud y del trabajo en sí mismos.*
- *Establecer los objetivos integrados de gestión propuestos, mostrando siempre nuestro compromiso con la entidad, la honestidad y la ética profesional.*
- *Cumplir con los requisitos legales aplicables a nuestro Sistema Integrado de Gestión y la normativa internacional vigente de Sistemas de Gestión, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018 en el desarrollo de todas nuestras actividades.*

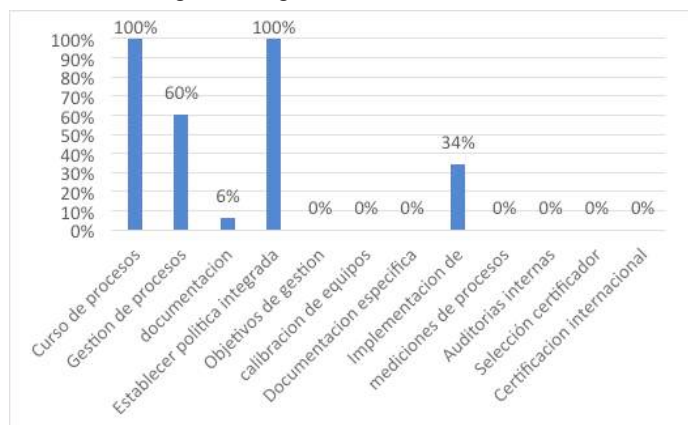
*Asegurando el compromiso de todo el personal en acciones que vayan dirigidas a minimizar los riesgos y obtener la mejora continua de nuestro Sistema Integrado de Gestión como de nuestros productos y procesos.*

  
Ing. Juan Carlos Montenegro Bravo  
**Gerente Ejecutivo Yacimientos de Litio Bolivianos**

LISTA MAESTRA DE DOCUMENTOS			CÓDIGO: P-SIG-001;F-01		
No.	TIPO	NOMBRE DEL DOCUMENTO	CÓDIGO	VERSIÓN	FECHA DE APROBACIÓN
	Procedimiento	Elaboración y control de la información documentada	P-SIG-0C1	1	10/8/2018
	Procedimiento	Gestión de Riesgos	P-SIG-0C2	1	10/8/2018
	Procedimiento	Auditorías Internas	P-SIG-0C3	1	10/8/2018
	Procedimiento	Acciones Correctivas	P-SIG-0C4	1	
	Procedimiento	Control de salidas no conformes	P-SIG-0C5	1	
	Procedimiento	Formación y actuación de las Brigadas de Emergencia	P-SIG-0C6	1	
	Reglamento	Reglamento para contratistas	R-SIG-0C1	1	
	Procedimiento	CALIDAD			
		Muestreo	P-SCG-001	1	6/9/2018
	Procedimiento	MEDIO AMBIENTE			
		Tratamiento de Salmueras Residuales con Mercurio producidos en los laboratorios	P-SGA-001	1	5/6/2018
	Procedimiento	SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO			
		Procedimiento de gestión de tránsito vehicular	P-SST-001	1	
	Procedimiento				
	Procedimiento	RECURSOS HUMANOS			
		Control de personal	P-DRH-001	1	18/9/2018
		GERENCIA EJECUTIVA			
		Procedimiento de conducta en los campamentos y plantas	P-GEJ-001	1	
		Control de alcoholemia y sustancias controladas	P-GFJ-002	1	
Nombre Controlador de Documentos:			Fecha Última Actualización:		
.....			.....		

## AVANCE DEL PROYECTO

El grado de avance del proyecto de implementación se muestra en el gráfico siguiente.



En resumen, el grado de avance del proyecto es del 25 %, hasta fines de la gestión 2018.

## PLANES A CORTO PLAZO

Dentro de los planes inmediatos que tiene la unidad es la de contar con personal calificado tanto en la planta de Llipi, como en La Palca, quienes coadyuvaran en la implementación del Sistema Integrado.

Otro de los planes existentes en la unidad es la compra de un software específico que ayudara en los siguientes aspectos: Gestión documental del sistema; Indicadores de Gestión; No Conformidades; Auditorías internas; Proveedores; Calibración de equipos; Personas; Riesgos.

Durante el primer trimestre de 2019 se dictará el curso de Auditores Internos, donde se capacitaran al menos a 20 auditores internos.

Durante el año 2019, se realizarán al menos dos auditorías internas de gestión de calidad.



# 11. UNIDAD DE AUDITORÍA INTERNA

## EJECUCIÓN DE LAS AUDITORÍAS

### AUDITORÍAS PROGRAMADAS

Informe UAI-INF – N° 001/2018, Examen sobre la Confiabilidad de los Registros y Estados Financieros al 31 de diciembre de 2017 (Opinión del Auditor Interno).

Informe UAI – INF-N° 002/2018, Auditoría de Confiabilidad de los Registros y Estados Financieros al 31 de diciembre de 2017 (Control Interno).

### OBJETIVO, LOGROS Y METAS

Evaluar el control interno vigente en la YLB relacionado con la evaluación de la confiabilidad de registros y estados financieros por el periodo 1 de septiembre al 31 de diciembre de 2017, ejecutado en cumplimiento al instructivo de Cierre Presupuestario y Contable emitido por el Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

Informe UAI – INF – N° 003/2018, Auditoría al Procedimiento para el cumplimiento de la Declaración Jurada de bienes y Rentas, periodo 01/02/2017 al 30/06/2018.

### OBJETIVO, LOGROS Y METAS

Emitir opinión independiente sobre el cumplimiento del procedimiento para el Cumplimiento Oportuno de la Declaración Jurada de Bienes y Rentas de YLB.

### AUDITORÍAS NO PROGRAMADAS

Informe UAI-INF – N° 004/2018, Relevamiento de Información referido a alquiler de Grupos Electrógenos de la Empresa Lozano Morón.

Informe UAI – INF – N° 005/2018, Relevamiento de Información referido al proceso de contratación de la Construcción de la Línea de Media Tensión Trifásica en el Salar de Uyuni, FASE III.

### OBJETIVO, LOGROS Y METAS

Recopilar y evaluar información relacionada con los procesos de contratación a fin de tener una apreciación preliminar y determinar su audibilidad basado en la existencia de información y documentación necesaria y suficiente para ejecutar la auditoría.



## 12. UNIDAD DE TRANSPARENCIA INSTITUCIONAL

La unidad de Transparencia Institucional, ha sido instituida en el marco del Parágrafo II del Art. 297 de la Constitución Política del Estado y el Art. 72 de la Ley N° 031 de 19 de junio de 2010 Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez”, posteriormente la Ley N° 974 de 4 de septiembre de 2017 Ley de Unidades de Transparencia y Lucha Contra la Corrupción, que otorga la atribución de ejecutar acciones tendientes a transparentar la Gestión Pública, a efecto de prevenir posibles actos de corrupción, así como la averiguación y acumulación de pruebas contra servidores o ex servidores públicos, con el fin de remitir

las mismas a instancias correspondientes para determinar la responsabilidad funcionaria, administrativa, ejecutiva, civil y penal.

El Art. 3 del Decreto Supremo N° 3227 de 27 de abril de 2017 dispone la Estructura de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) para el cumplimiento de sus objetivos, funciones y atribuciones incluyendo a la Unidad de Transparencia Institucional dependiente administrativamente de la Máxima Autoridad Ejecutiva, sin embargo, por imperio de la Ley N° 974 es independiente en el cumplimiento de sus funciones.

Es así que, la Unidad de Transparencia Institucional de YLB-CORPORACION, ha iniciado sus actividades el 1 de diciembre de 2017, fecha desde la cual ha realizado las siguientes acciones:

1. Relevamiento de información respecto a procesos de contratación de YLB.
2. en el marco de las funciones establecidas en el Art. 10 de la Ley N° 974 ha formulado el proyecto de Reglamento de la Unidad de Transparencia Institución de Yacimientos de Litio Bolivianos - Corporación y el proyecto del Código de Ética, normativa que una vez aprobada por el Directorio de YLB-Corporación entrara en vigencia regulando las actividades propias de los servidores públicos de esta empresa.
3. Memoria Institucional 2017, en coordinación con otras unidades organizacionales de la Empresa.
4. Presentación a la Audiencia Final de Rendición de Cuentas de la gestión 2017 que se llevó a cabo el 16 de febrero de 2018 en la ciudad de Cochabamba en sede de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, con la participación de representantes de las Organizaciones Sociales y la sociedad civil en general, Ministerio de Energías; Ing. Rafael Alarcón y las Máximas Autoridades Ejecutivas de las Empresas del Estado bajo tuición de la cartera de Energías.
5. Audiencia Inicial de Rendición de Cuentas desarrollada en el Municipio de Chimoré en el departamento de Cochabamba en fecha 16 de marzo de 2018.
6. De igual manera se realizó la Audiencia Específica de Rendición de Cuentas en el municipio de Tahua en la provincia Daniel Campos del Departamento de Potosí el 3 de abril de 2018, con la participación de autoridades del Gobierno Municipal de Tahua, Corregidor de Tahua, Comunidades aledañas, Jilacatas; Junta Escolar y Control Social en general y en fecha 4 de abril de 2018 en el Municipio de Llica con la presencia y participación del Alcalde Municipal, Presidente del Consejo Municipal, Delegado del Gobierno Municipal Provincial de Potosí, Ayllus, Mamas Thalla Mayor de los Ayllus y alumnos bachilleres de la Unidad Educativa Bernabé Ledezma de Llica.
7. Adicionalmente, la Unidad de Transparencia Institucional (UTI ha participado en las Ferias de Transparencia y Lucha Contra la Corrupción), socializando la Ley N° 974 y las funciones específicas de esta Unidad.





En la gestión 2018, en coordinación con las Direcciones de Planificación, Operaciones, Electroquímica y Baterías, Geología, Investigación y Administrativa Financiera se está coordinando y redactando la normativa propia de Yacimientos de Litio Bolivianos - Corporación con el objetivo de que la gestión 2019 sean implementadas y tengan vigencia plena.





## 13. DEPARTAMENTO DE RECURSOS HUMANOS

Para Yacimientos de Litio Bolivianos el recurso humano es el elemento más importante con el que puede contar, pues son precisamente ellos los protagonistas de la industrialización de toda la cadena productiva de los recursos evaporíticos.

A continuación algunas historias de vida de algunos profesionales y trabajadores de YLB:



*Nelson Román Carvajal Velasco  
Ing. Geólogo*

“Estudí en la Universidad Mayor de San Andrés, soy paceño, trabajé inicialmente en YLB cuando era Gerencia de Recursos Evaporíticos, como Técnico II de Geología. El año 2017 gané una de las 100 becas de estudio de posgrado del programa del gobierno de Bolivia, por la que realicé el master de

Recursos Minerales y Riesgos Geológicos en Barcelona – España, retorné a Bolivia en agosto del 2018 y actualmente trabajo en YLB como geólogo senior.

YLB es una empresa novedosa, que necesita de gente capacitada, cuyas especialidades pueden encontrarse fuera del país y una de las prioridades de la empresa es capacitar a su gente para sentar soberanía”.



*Santos Filemon Copa Choque  
Encargado de Laboratorio Llipi*

“Trabajo en YLB desde el año 2009 cuando era la Dirección de Recursos Evaporíticos COMIBOL, empecé en laboratorio de la Unidad de Investigación y Desarrollo.

Este proyecto se inició de nada, donde teníamos muchas carencias, yo fui viendo ese crecimiento

y ahora el desarrollo que tiene este proyecto, despegando el vuelo como empresa me llena de orgullo y agradezco la oportunidad de trabajo en este proyecto tan importante boliviano.

Respecto al trabajo cabe mencionar que las técnicas analíticas que se emplean en laboratorio la fuimos desarrollando desde un inicio y es una gran experiencia porque somos los únicos en el país que trabaja en análisis específico en salmueras y en cristales, a medida que fuimos desarrollando fuimos adecuando las metodologías, este fue un primer logro.

Un segundo logro personal fue la implementación del laboratorio que tenemos en Llipi y fui parte de esta implementación desde un inicio hasta la puesta en funcionamiento con las técnicas desarrolladas en los laboratorios de la Paz.

Nuestro laboratorio de sales y cristales cuenta en la actualidad con la acreditación correspondiente”.



*Franklin Willi Pujro Calizaya  
Conductor*

“Trabajo desde el 2009 empecé como ayudante de albañil unas dos semanas y luego pase al área de procesos, inicialmente hacíamos pruebas en bañeras. En esa no había nada, vivíamos en viviendas de madera en Llipi a las faldas del cerro, éramos tres grupos de 20 personas.

De esa época ahora cambio mucho, tenemos varias plantas y piscinas grandes para la obtención de materia prima para alimentar estas plantas, y estamos orgullosos de nuestra planta industrial de cloruro de potasio la primera en Bolivia, antes no había eso.

El trabajar en este proyecto me ayudó mucho ahora tengo estabilidad laboral no solo para mí también para mi familia y todos somos de Colchani, Provincia Quijarro de Potosí”.



*Carina Cruz Chara  
Encargada de calderos  
Planta Industrial KCI*

“Soy potosina de nacimiento, ingresé a trabajar el 2012 en el área de cocina (2012 y 2013), ahora estoy en la planta cloruro de Potasio (KCI) a cargo de calentar el agua (planta 1, 2, 3,4) para el colector que es dosificación para el área de flotación.

Inicialmente la planta piloto KCI era todo manual, actualmente la operación automática y hay que estar muy atenta a las válvulas de supresión que tengo a mi cargo en los tanques.

Un grupo de compañeros y yo fuimos capacitados por la empresa que ha construido la planta industrial KCI, gracias a YLB estoy trabajando como mujer y aportando al desarrollo de nuestro país, estoy muy agradecida por que YLB no discrimina a la mujer y darnos un trabajo para nosotros y nuestros hijos; yo nunca vi trabajar en una planta a una mujer, agradezco a YLB, sus autoridades e ingenieros, estoy feliz de trabajar en esta planta industrial”.



*Oscar Huayllas García  
Operador flotadorista*

“Trabajo en este puesto desde el 2015, inicialmente en obras civiles (2011) construyendo la planta piloto de cloruro de potasio hasta que llegué a esta área de flotación en la planta industrial KCI donde actualmente realizo mi trabajo.

En la planta piloto obtuvimos experiencia del aprendizaje en lo que respecta al tratamiento de silvinita para extraer el cloruro de potasio, gracias a esta experiencia logramos pasar a una etapa industrial con buenos resultados donde logramos producir a gran escala.



En la planta piloto teníamos algunas limitaciones en cuanto a equipos manuales, ahora tenemos equipos automatizados, modernos y grandes para trabajo industrial, inclusive en operaciones trabajamos con radios (intercomunicadores) para una buena coordinación, ya no nos vemos, como lo hacíamos en la planta piloto.

Este proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos es muy beneficioso para el país, esta nueva planta industrial aportará ingresos importantes a nuestro país y nos sentimos orgullosos.

Adquirimos mucho conocimiento en la planta piloto, experiencia que la estamos aplicando y validando en la planta industrial de KCI.

Tengo que agradecer a la empresa estratégica YLB por darme la oportunidad de trabajar y tener estabilidad económica, por ende estabilidad familiar”.



*Karla Noelia Calderon  
Davalos Técnico II en  
automatización (100 becas)*

“Mi trabajo es algo que me apasiona, el trabajar en el área de mantenimiento me hace participar de manera estrecha con cada uno de los procesos ejecutados dentro de la planta. Aplicando mis conocimientos al soporte técnico, diseño de control y en los últimos meses el ser parte de supervisión de proyecto. El trabajar

en esta área me permite la adquisición de conocimientos pertenecientes no solo a mi área sino también mecánicos, eléctricos y civiles.

Además de continuar con mi aporte de aplicación de conocimientos en las áreas indicadas y en un futuro espero maximizar el mismo mediante la aplicación de automatización y control (área que pertenece directamente a mi formación profesional) la cuales podrían optimizar los procesos de producción y ser implementados en la futura planta industrial de baterías.

Veo a YLB como un proyecto con bastante potencial productivo, el cual mediante las decisiones adecuadas en un futuro será parte esencial y pilar en la economía del país. Como el primer proyecto forjado en base a mano de obra boliviana calificada y soberanía científica”.



*Jhonny Choque Arando  
Operador Múltiple*

“YLB es lo mejor que existe en el departamento de Potosí, porque ha beneficiado a muchos habitantes tanto de la comunidad, la ciudad de Potosí y otros departamentos de Bolivia y a la vez ha sorprendido por la última tecnología que maneja.

Todos los trabajadores debemos demostrar interés y voluntad en cada área que

seamos designados y también que haya capacitaciones al personal para tener u obtener buenas baterías, todos los trabajadores lo que queremos es generar productos de calidad.

Nuestra empresa tiene mucho futuro por delante que garantiza mucha potencia en tecnología para que se pueda aplicar en realidad nuestras baterías de ion litio de alta capacidad en el mercado nacional y por qué no decir, a nivel internacional”.



*Hugo Antonio Aviles Yañez  
Técnico V en producción LMO*

“He desempeñado mis funciones en el Centro de Investigación Desarrollo y Pilotaje CIDYP, desde febrero de 2017 como técnico V en producción de LMO siendo un material catódico sintetizado cuyo principal componente proviene de los recursos naturales en nuestro salar de Uyuni. Como opinión personal la

investigación y desarrollo de estos tipos de materiales son primordiales en la implementación de nuevas tecnologías

que utilizan energía limpia, el hecho de que en Bolivia ya estemos produciendo estos tipos de materiales es un gran avance científico y tecnológico y se proyecta a futuro como una de las industrias que logrará un cambio significativo para el desarrollo de Bolivia como lo fue la minería en su época.

El trabajo que realizo en la Planta Piloto de Materiales Catódicos es de obtención investigación y desarrollo de este tipo de materiales que se ha logrado obtener con gran éxito; he podido crecer profesionalmente incrementando mis conocimientos y haciendo más que todo investigación. Espero poder seguir acumulando conocimientos y experiencias en

este campo de la industrialización del Litio, deseando crecer en el ámbito laboral y profesional aspirando a una maestría en lo futuro.

La empresa YLB, en mi visión personal se encontrará en un futuro próximo desarrollando tecnología propia en muchos campos en los que ahora están en etapa piloto e investigación. Es el futuro de las energías limpias y materiales destinados a mejorar la calidad de vida de los bolivianos, quizás en pocos años tengamos plantas automotrices donde se ensamblen automóviles eléctricos o desarrollemos tecnología innovadora en el país”.



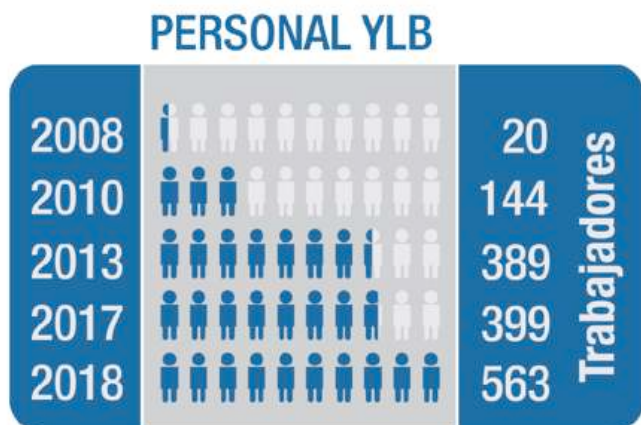
*José Ramiro Erquicia Cruz  
Técnico I en procesos*

“Mi trabajo es un lugar en el que me he desenvuelto como profesional, el cual me ha brindado las herramientas necesarias para dicha superación tratando siempre de seguir los lineamientos exigidos por mis superiores. Espero una estabilidad laboral que no afecte al desempeño actual de las labores es decir una

proyección de producción a largo plazo que nos brinde dicha estabilidad.

YLB es una empresa que a futuro brindara fuentes de trabajo estabilidad económica a Bolivia la cual será responsable de la cadena productiva del litio y sus investigaciones con tecnología de última generación para la producción de baterías de ion litio”.

En relación al crecimiento de YLB, su personal humano también se incrementó generando oportunidades laborales para más bolivianos y bolivianas:



En las contrataciones realizadas en 2018, se observa una apuesta por la creación de empleo con profesionales jóvenes, al mismo tiempo que se complementa con profesionales de experiencia y excelencia

RANGO DE EDADES	CANTIDAD DE PERSONAL
19 - 25	47
26 - 30	138
31 - 40	237
41 - 50	85
51 - 73	56
<b>SUMAS</b>	<b>563</b>

GRADOS DE FORMACIÓN	
Formación básica	129
Nivel Técnico	287
Licenciaturas	141
Magister	5
Doctorados	1

	<b>POTOSÍ</b>	<b>250</b>
	<b>LA PAZ</b>	<b>185</b>
	<b>ORURO</b>	<b>77</b>
	<b>COCHABAMBA</b>	<b>21</b>
	<b>SANTA CRUZ</b>	<b>6</b>
	<b>CHUQUISACA</b>	<b>13</b>
	<b>BENI</b>	<b>2</b>
	<b>TARIJA</b>	<b>9</b>

*El personal, por lugar de procedencia*

YLB proporciona al personal oportunidades de crecimiento, desarrollo personal y profesional a través de la constante capacitación y actividades que contribuyen a un buen ambiente laboral, fomenta la cultura y valores de empresa acordes a los del trabajador, considerando aspecto de compatibilidad de vida personal y profesional.



# 14.

## UNIDAD DE COMUNICACIÓN

### VISITAS A LA PLANTA LLIPI DURANTE LA GESTIÓN 2018

YLB dentro del marco del derecho constitucional a la información, abre las puertas de sus instalaciones a estudiantes, docentes, universitarios, investigadores y público en general a conocer nuestros procesos de producción e industrialización tanto en nuestras instalaciones en Llipi (donde se encuentra las piscinas industriales, la planta industrial de

cloruro de potasio, la planta piloto de carbonato de litio, etc.), como en las plantas piloto de baterías y materiales catódicos (La Palca - Potosí).

Es así que durante la gestión 2018 se recibieron las siguientes visitas:

PAÍS DE PROCEDENCIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	
ALEMANIA			21				1	21			1		44
ARGENTINA	1				1								2
BÉLGICA				1						1			2
BOLIVIA	6	9	16	15	220	34	17	181	67	77	186	47	875
BRASIL								2					2
CANADÁ						1							1
COLOMBIA				2							1		3
CUBA					2								2
PORTUGAL			1										1
CHILE							1	1	4				6
CHINA	9	4			1	4	3		4		4	4	33
ESTADOS UNIDOS					1	1		2					4
ECUADOR						2							2
ESPAÑA					1	1			1				3
FRANCIA					2					2	3	1	8
HUNGRÍA												1	1
INGLATERRA			8	1									9
ITALIA		3	1			1							5
JAPÓN						1							1
MÉXICO					7	1	3	1		1	1	1	15
PERÚ			1			1	1	2	1	5	1		12
SUECIA			1					1	35				37
SUIZA				4				2					6
TURQUÍA					1								1
SENEGAL											1		1
	16	16	49	23	236	47	26	213	112	86	198	54	1076

## VISITAS PARA INAUGURACIÓN KCI INDUSTRIAL 07/10/2018

LUGAR DE INGRESO	CANTIDAD DE PERSONAS	CANTIDAD DE VEHÍCULOS
RETÉN LLIPI, PUESTO 1	1529	140
RETÉN DEL SALAR, PUESTO 5	4218	276
<b>TOTALES</b>	<b>5747</b>	<b>416</b>



Visita del Colegio Antofagasta a Llipi



Visita de Carrera de Ingeniería de Procesos de la UATF un recorrido por la Planta Piloto de Baterías y Laboratorios, para familiarizar a los estudiantes con las operaciones industriales aplicadas y mostrar el mercado laboral creciente que generara a futuro el CIDYP.



Estudiantes de la carrera de Ing. Ambiental de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), llegaron desde Santa Cruz para visitar nuestras Piscinas Industriales, la Planta Industrial de Cloruro de Potasio y la Planta Piloto de Carbonato de Litio.

## 14.1 RECONOCIMIENTOS A YLB

El 2018 YLB fue galardonada y reconocida en su trabajo productivo:

Premio Nacional a la Excelencia para el Vivir Bien.



Visita de la Universidad Autónoma Tomás Frías a Llipi



Este premio es el máximo reconocimiento que el Estado Plurinacional de Bolivia otorga a las empresas nacionales bajo la selección exhaustiva de una comisión técnica de evaluación, conformada por representantes de instituciones públicas, organizaciones gremiales del sector productivo, profesionales y expertos destacados en gestión y evaluación en áreas relacionadas con cada categoría del premio.

### Galardonan a YLB con la medalla de Plata “Vale un Potosí”

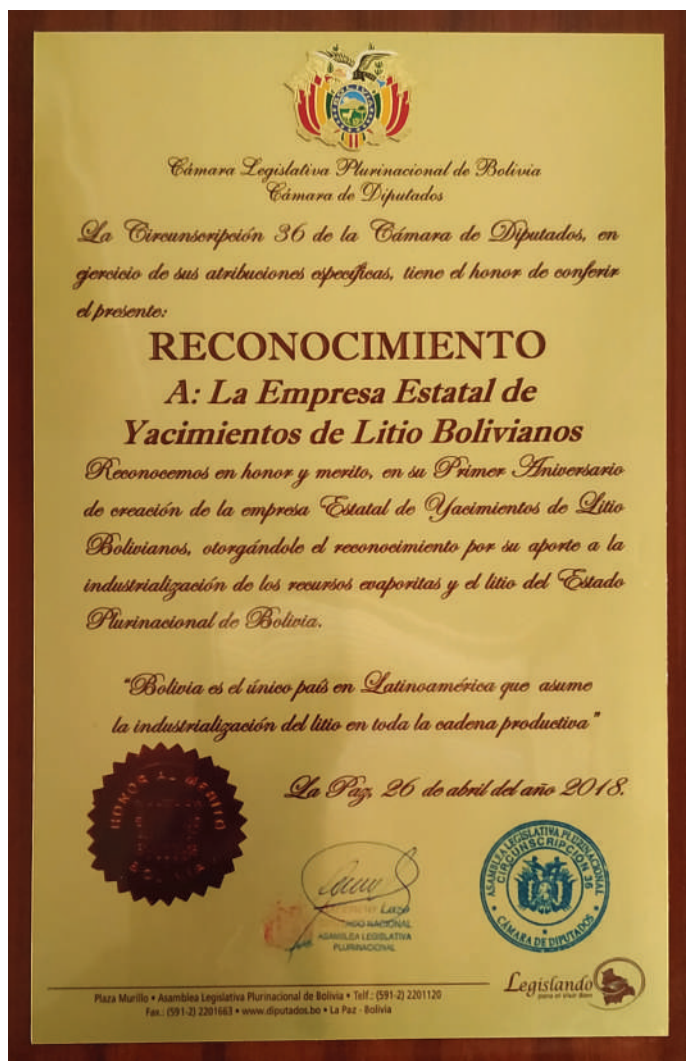
Este galardón resalta el aporte al desarrollo industrial y económico por parte de YLB al Departamento de Potosí; la ejecución de procesos de investigación de tecnologías energéticas que permitan a Potosí y al Estado Plurinacional de Bolivia una soberanía energética para el vivir bien, mencionó el Dip. Víctor Borda, Presidente de la Comisión de Planificación Política Económica y Finanzas de la Cámara de Diputados.



### Reconocimiento Altamira Trade AG por primera planta Industrial de Potasio en Bolivia



### Reconocimiento de la cámara Legislativa Plurinacional de Bolivia a Yacimientos de Litio Bolivianos en su primer aniversario de creación.



## 14.2

## PROYECTOS DE IMPACTO SOCIAL

Yacimientos de Litio Bolivianos como proyecto estratégico con miras a posicionar el país en el mercado mundial, apunta al cambio de matriz energética, en el que se generen mejores condiciones de vida, con mayor llegada y accesibilidad de la energía a las familias bolivianas, para ello generan proyectos con rostro social como:

## SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA VIVIENDAS

Para este proyecto, se realizó un estudio sociológico que fue llevado a cabo por la fundación Luces Nuevas, quienes de manera conjunta con docentes y alumnos de la Universidad Autónoma Tomás Frías, realizaron el estudio y diagnóstico del número de familias que tienen la necesidad de formar parte de este beneficio, priorizándose a aquellas familias residentes que viven de forma permanente en su comunidad y que no cuentan con ningún tipo de acceso a la energía eléctrica.

Por otro lado, se estima que los impactos del cambio de velas y mecheros por energía eléctrica serán positivos para estas familias, ya que, al eliminar el uso de mecheros, pilas y velas, incidirá en las familias rurales en los siguientes aspectos (Informe final: Estudio del acceso a la energía eléctrica en comunidades del municipio de Yocalla – 2017):

- Económico: evitará que las familias cada año gasten en la compra de aproximadamente de 48 litros de diésel, 104 pilas para linterna y 365 velas.
- Salud: los niños y sus padres dejarán de aspirar humo y hollín de las velas y mecheros, disminuyendo las enfermedades respiratorias, así como eventuales daños a la vista por el uso de fuentes inadecuadas de luz que exigen un esfuerzo adicional
- Seguridad: ya no existirá riesgo de quemaduras e incendios de viviendas por accidentes en el manejo de las velas, los mecheros y su combustible.
- Ambiental: Se reducirá la cantidad de pilas que se desechan y contaminan el suelo y las fuentes de agua
- Se dejara de emitir CO2 y otros gases como efecto de la quema de velas y combustibles.
- Educación: Permitirá que los niños y estudiantes de todas las edades continúen estudiando y realizando sus tareas escolares en horas de la noche, en condiciones de luminosidad apropiada y con menores esfuerzos y riesgos.

- Información y comunicación: las familias podrán cargar sus teléfonos celulares evitando gastos adicionales y además incrementando las posibilidades de comunicación, sin peligro de quedarse sin energía, asimismo, será posible energizar pequeñas radios sin necesidad de gastos adicionales en pilas.



*La aplicación de éste proyecto en el Municipio de Yocalla, en su primera etapa llegó a beneficiar a 35 familias.*

## 14.3

## HITOS HISTÓRICOS DE LA GESTIÓN 2018

Durante la gestión 2018, se concretaron varios proyectos en YLB, dando pasos importantes en la etapa industrial:

**Nueva infraestructura para el CICYT**

La empresa estatal Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) el martes 26 de junio en La Palca-Potosí aperturó la edificación del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de materiales y recursos Evaporíticos de Bolivia, infraestructura que está a cargo de la empresa potosina Quintanilla y Quintanilla (Q&Q).



*YLB inicia edificación del centro de investigación en ciencia y tecnología más importante del país*

El Gerente Ejecutivo de YLB, Ing. Juan Carlos Montenegro a tiempo de dar inicio a las obras manifestó “Este centro de investigación que tiene más de 55 millones de bolivianos de inversión en lo que es la obra como tal, ya es una demostración de la dimensión que tendrá nuestro centro si sumamos a ello el monto invertido en equipo de alta tecnología, en la adquisición de equipos que aún están pendientes, este va a ser el centro de investigación más importante del país y seguramente uno de los mayores de Latinoamérica”.

La construcción de esta infraestructura a cargo de la empresa Q&Q demandará un tiempo de 525 días y tendrá un costo de 55.183.131 bolivianos, está emplazada en la localidad de La Palca, a 17 km de la ciudad de Potosí. Está previsto que este centro de investigación del Litio sea uno de los proyectos más grandes de Bolivia; con un equipamiento previsto de inversión de más de 200 millones de bolivianos.

El Ing. Montenegro demandó a la empresa potosina el cumplimiento del plazo establecido para el consiguiente beneficio del país ya que este centro será el lugar donde se analizaran las aplicaciones del Litio del salar de Uyuni y los productos que se deben fabricar para el mercado mundial con un recurso natural que se encuentra en territorio boliviano y es considerado uno de los mayores reservorios de Litio del mundo.

Este centro impulsará el desarrollo de la investigación aplicada desde los aspectos más básicos o fundamentales de la ciencia hasta los adelantos tecnológicos más complejos de la física, la química y los materiales referidos a los recursos evaporíticos. De esta manera, apoyará la formación de nuevos profesionales y especialistas en este campo, la creación de productos con valor agregado, y así contribuir a la Industrialización del Litio principalmente.

Información complementaria

El centro de investigación en sus instalaciones albergará a

las siguientes unidades:

- Unidad de procesos de purificación y síntesis
- Unidad de electroquímica
- Unidad de síntesis y desarrollo de materiales o Sector materiales o Sector energía
- Unidad de análisis y caracterización de materiales
- Unidad de modelado y simulación
- Área de mantenimiento del CICYT MAT-REB La mencionada infraestructura contará con equipos e instrumentos de análisis y caracterización de materiales de última generación, entre ellos se tiene previsto la instalación y la capacitación manejo de equipos.
- La mencionada infraestructura contará con equipos e instrumentos de análisis y caracterización de materiales de última generación. Se tiene previsto también la capacitación para el manejo y operación de los mismos.
- Equipo de Resonancia Magnética Nuclear (RMN). Se tiene previsto su llegada en julio de 2019.
- Microscopio de transmisión Electrónica (TEM)
- Espectroscopia Foto Electrónica de Rayos X (XPS), los cuales deben ser instalados en su primera etapa en los ambientes de máximo control de partículas, ruido y vibración. En la segunda etapa el Cañón (generador de rayos X, para el TEM), llegaría a fines del 2019, este equipo llega directamente para la instalación, estos tres equipos tienen un costo aprox. de 3.5 millones de dólares.

### Planta Industrial Cloruro de Potasio



En el marco de la industrialización de los recursos evaporíticos que el gobierno del presidente Evo Morales promueve en el Estado Plurinacional de Bolivia, YLB inauguró el 07 de octubre de 2018 en el Salar de Uyuni la Planta Industrial de Cloruro de Potasio. Este hito histórico contó con la presencia de autoridades nacionales, locales y organizaciones sociales, quienes entonando sus instrumentos musicales manifestaron su alegría y agradecimiento al gobierno por promover este



tipo de emprendimientos para el desarrollo de los pobladores de la zona y Bolivia.

YLB es responsable en el territorio nacional de realizar las actividades de toda la cadena productiva: prospección, exploración, explotación, beneficio o concentración, instalación, implementación, puesta en marcha, operación y administración de recursos evaporíticos, complejos de química inorgánica, industrialización y comercialización.

Con la puesta en marcha de esta factoría, Bolivia ingresa en la era de industrialización de los recursos evaporíticos, aspecto anhelado por los bolivianos hace muchos años. La Planta Industrial de KCI tiene una capacidad instalada de producción de 350.000 toneladas año en su máxima producción y está operada íntegramente por trabajadores bolivianos, quienes fueron y están siendo capacitados en universidades de prestigio de Europa y Asia en el marco de la industrialización de los recursos evaporíticos y el programa de las cien becas que promueve nuestro Estado a través del Ministerio de Educación.

Para la implementación de esta planta se siguieron métodos en diferentes fases, la fase de investigación ha permitido desarrollar conocimiento y proceso para tratar la salmuera, en la fase de pilotaje se puso en práctica esas destrezas desarrolladas en investigación a escala mayor en plantas piloto, corroborando y optimizando el funcionamiento de estos procesos y a partir de ello, con la puesta en marcha de esta Planta Industrial de Cloruro de Potasio se está dando un salto hacia la fase de industrialización de nuestros recursos Evaporíticos

La construcción, montaje y puesta en marcha de la Planta Industrial de Cloruro de Potasio estuvo a cargo de la Empresa CAMC Engineering CO. Ltda Bolivia Branch que inició sus trabajos en septiembre del 2015 y concluyó en septiembre. La inversión hasta el cierre del 2018 fue de 1.278.095.969,01 Bs. financiado en su integridad por el Banco Central de Bolivia.

### **Constitución de la Empresa Mixta YLB ACISA**

Con la constitución de la Empresa Mixta YLB ACISA para la industrialización del Litio en Bolivia, nuestro Estado da un paso trascendental en su desarrollo, sumándose a las plantas industriales de cloruro de Potasio en operación y carbonato de Litio en construcción.



*Suscripción de documento de fundación de la empresa Pública YLB ACISA para la Industrialización del Litio en Bolivia*

Los estatutos de esta Empresa Mixta establecen la denominación de la sociedad, su duración, objeto social, domicilio, capital social, participación accionaria y los órganos de gobierno y gestión de la sociedad conformada por una Junta de Accionistas, Directorio y Staff Ejecutivo Operativo.

Este importante documento ha sido suscrito el día miércoles 12 de diciembre de 2018 en la ciudad de Berlín, República Federal de Alemania por el Ing. Juan Carlos Montenegro, Gerente Ejecutivo de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) - Corporación y por el Prof. Dr. Wolfgang Schmutz, Gerente de ACISA y tuvo por objeto consolidar la fundación de la empresa mixta para la industrialización del Litio en Bolivia, además de poner en conocimiento de ambas empresas el Decreto Supremo 3738 que otorga el marco jurídico para el inicio de operaciones.

La delegación boliviana estuvo encabezada por el Canciller Diego Pary, el Ministro de Energías Rafael Alarcón, la delegación diplomática en Alemania y el Gerente Ejecutivo de YLB, Juan Carlos Montenegro.

La delegación alemana estuvo encabezada por el Ministro Federal de Economía y Energía Sr. Peter Altmaier y la Ministra de Economía Nicole Huffmeister del Estado de Baden Wurttemberg.

La relación con ACISA implica la constitución de dos empresas mixtas subsidiarias de YLB Corporación:

- YLB - ACI EM (sales de Litio), empresa ya constituida.
- YLB - ACI EM (materiales catódicos y baterías), a constituirse en 2019.

La flamante empresa constituida de tipología Empresa Mixta; tiene por objetivo la producción industrial de Hidróxido de Litio e Hidróxido de Magnesio, a partir de la salmuera residual

del Salar de Uyuni y la comercialización de los productos generados en el mercado nacional e internacional.

El tiempo previsto para la instalación de la planta de Hidróxido de Litio es de 24 meses; 18 meses se requerirán para la producción de Materiales Catódicos y otros 18 meses para la planta de Baterías. Estas plantas se irán construyendo de manera progresiva, de tal forma que se tomará un tiempo aproximado de entre 3 y 5 años para la instalación de las mismas, lo que equivale a decir que a finales del 2023 ya se estaría produciendo Hidróxido de Litio y Baterías de ion Litio.

Con la implementación de las dos empresas mixtas YLB - ACISA, se prevé una inversión total de 1,300 millones de dólares, ingresos brutos de aproximadamente 2,200 MM \$US al año y la creación de entre 500 y 1.000 empleos directos en Bolivia y hasta 10.000 indirectos que incluyen las áreas de transporte, logística y servicios.

El inicio de la producción de Hidróxido de Litio será aproximadamente a finales de 2021, y a finales de 2023 se prevé el arranque de la segunda empresa Mixta con la producción de baterías equivalentes a 10 gigawatts-hora (GWh) al año, suficiente para energizar a cerca de 350.000 vehículos eléctricos.

La producción de sales de Litio en Bolivia, al 2021, llegará a 45,000 toneladas al año:

- \* 15.000 t/a generadas por la planta de Carbonato de Litio (100% boliviana).
- \* 30.000 t/a generadas por la planta de Hidróxido de Litio (51% Bolivia, 49% Alemania).

Con esta producción, Bolivia se situará entre los cuatro primeros países productores de sales de Litio y tendrá el segundo lugar en Latinoamérica.

Respecto al Medio Ambiente, la norma boliviana establece que cada proyecto debe contar con un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el cual será elaborado juntamente a diseño final de la Planta de Hidróxido de Litio. Actualmente YLB Corporación cuenta con las licencias ambientales para sus plantas de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio.







Yacimientos de Litio Bolivianos



@litio\_boliviano



(591-2) 2145711 - 2145724 - 2145725



Av. Mariscal Santa Cruz, esq. Yanacocha  
Edificio Hansa, piso 19



[www.ylb.gov.bo](http://www.ylb.gov.bo)