



**Alexander Gold Group Ltd.**

**Grupo CONTA-AGV**

**PROYECTO CACHARÍ - PRESENTACIÓN METALURGIA**

**SALTA, SEPTIEMBRE 2012**





Las empresas que intervinieron durante el desarrollo del diseño del proceso del ex-proyecto León fueron las siguientes:

- **Alexander Mining plc (Alexander Gold Group Ltd. Argentina)**. En calidad de gerenciadora y asistente operacional de las pruebas de pilotaje.
- Asercomet. Revisión de ingeniería conceptual y cálculo de costos.
- GRD Minproc. Asistencia técnica de las pruebas de trabajo en terreno (pruebas de lixiviación en columna y apoyo en laboratorio).
- Sociedad Terral SA (Chile). Pruebas de trabajo metalúrgicas, ingeniería de procesos, estimación de alternativas de operación del proyecto para distintos escenarios de producción.
- SGS Lakefield. (Chile) Pruebas de trabajo metalúrgicas.
- SGS Lakefield. (Canada) Pruebas de trabajo metalúrgicas.
- IML (Australia). Pruebas de trabajo metalúrgicas.
- Simulus Australia. Asistencia de pruebas de trabajo y comentarios.
- Vector (Chile). Detalle del diseño de las pilas de lixiviación y selección final de ubicación de las mismas.



En adición a esto, la siguiente lista de consultores han contribuido de manera significativa al desarrollo y dirección del programa de las pruebas de trabajo:

- AmmLeach (Australia and UK)
- Alta Metallurgical Services (Australia)
- Stirling Process Engineering (Australia)
- Dr. Nick Welham (Australia)

A continuación está el detalle de las pruebas efectuadas y el resultado de las mismas.



Alexander Gold Group Ltd

Compañía	Aspectos claves de la prueba efectuada	Fecha del ensayo	Informe	Resultados
Worlamald & Ass	Consumo de ácido del mineral	01/04/2004	Certificado de análisis	Consumo de ácido varía entre 72 y 85 kg/tn considerado demasiado alto
Simulus (prueba de trabajo por IMO)	Consumo de ácido del minerales de El Plomo y el Cobre	08/08/2005	IMO 0021-2	Alto consumo de ácido promedio 1080 kg/tn El plomo y 460 kg/tn El Cobre. Lixiviación ácida no económica se determina desarrollo de lixiviación alcalina
SGS Chile	Flotación de óxidos de cobre	Mar-06	Referencia de SGS Canada	Baja recuperación reportada. Alto costo de capital y bajo potencial de retorno no hacen viables esta alternativa de procesamiento.
SGS Canada	Lixiviación alcalina de cobre primariamente con sulfato de amonio (pruebas de botellas y columnas). Lixiviación de Ag con tiosulfato	14/06/2006	Proyecto 11172-001 y 002	Se obtienen buenas recuperaciones con lixiviación alcalina de cobre usando sulfato de amonio. Los intentos de lixiviar en simultáneo Cu y Ag fracasan
SGS Chile	Cobre (lixivante carbonato de amonio) y plata livivante tiosulfato de sodio) se prueban en columnas	01/04/2007	Proyecto 3565	Prueba de lixiviación secuencial de cobre y plata. Las pruebas emplean carbonato de amonio para cobre y tiosulfato para plata. La recuperación de Cu está por encima del 84%. La lixiviación secuencial de la planta es exitosa
Sociedad Terral Chile	Ensayo iniciales determinaron los requerimientos básicos para el diseño de una planta piloto. Se efectuaron pruebas con carbonato de amonio, el trabajo examinó propiedades fcas y qcas del lixiviado. Se efectuaron pruebas con botellas y minicolumnas. Examinó el precurado del mineral así como el uso del hipoclorito de sodio como oxidante. El trabajo fue efectuado con un mix del Cobre/El Plomo	12/12/2006	informe terminado	El carbonato de amonio es identificado como el reactivo de lixiviación preferido. Se identifica especies reductoras presentes en el mineral y algunos interferentes provenientes de arcillas indican la necesidad de usar un oxidante hipoclorito de sodio y la necesidad de precurar antes del riego ppal. Se identifica que 20 lts/h/m2 es una velocidad de irrigación aceptable. Este trabajo ha provisto las bases para el diseño inicial del circuito de la planta piloto a operar en terreno.
Alexander Gold y Sociedad Terral	Se puso en marcha la primera prueba de la planta piloto. Se lixivió la pila con carbonato de amonio de seis módulo apilados a una altura de 5 m. La cantidad total de mineral usado 530 tn. El circuito simuló el circuito total de cobre en la pila de lixiviación, SX/EW, no se intentó la recuperación de plata. La prueba se efectuó con mineral ROM sin chancar en un intento de minimizar el costo de capital (80% caliza/20% arenisca)	Dic-06	Reporte planta piloto (1° etapa)	El circuito incorpora la etapa de lavado de agua carbonatada del orgánico cargado confirmando la importancia de minimizar de esta forma el consumo de NH3. Ventajas de la irrigación de solución en pulsos es identificada. El ciclo de operación de esta planta piloto termina debido a su baja cinética. El tamaño ROM lixiviado se determina que es desventajoso debido a una baja cinética y recuperación.
Alexander Gold y Sociedad Terral	Segunda prueba de la planta piloto. Se lixivía con carbonato de amonio seis módulos a una altura de 3 metros. La cantidad total de mineral 342 tn. El circuito simuló el circuito total de cobre en la pila de lixiviación, SX/EW, no se intentó la recuperación de plata. La prueba se efectuó con mineral chancado 100%<102mm (mineral 100% caliza)	16/04/2008	Reporte final de lixiviación de módulos	Posterior refinamiento del circuito de lixiviación mejoran la recuperación de Cu demostrando la eficiencia del proceso y generando criterios de diseño para la planta comercial. Se obtiene una recuperación de Cu del 77%, y este concepto forman las bases de criterio de diseño



Aspectos claves de la pruebas efectuadas por AGG	Fecha del ensayo	Informe	Resultados
Pruebas en CL 01 a 08 de 5 m de altura. Son testeadas una variedad de variables y tipos de mineral	12/12/2007	Informe final de lixiviación de columnas largas	Recuperación de Cu obtenida por encima del 79% con un mineral cuyo tamaño es 100% <50 mm, Flujo de solución PLS <1,5m <sup>3</sup> /tn y Refino <0,1m <sup>3</sup> /tn. La lixiviación en pulso es probada. Más altas recuperaciones son obtenidas sobre areniscas versus calizas
Pruebas en CC 01 a 08 de 1 m de altura. Se prueba la lixiviación del mineral a diferentes tamaños de partículas	13/12/2007	Informe final de lixiviación de columnas cortas	Examinando las cinéticas de lixiviación de mineral chancado a 75, 100, 150, 200, 250 y 300 mm. Todas las muestras son 80/20 mezcla caliza/arenisca, se observa baja cinética y recuperación <52% al final de la prueba
Pruebas en CL 09 a 16 de 3 m de altura. Son probadas la lixiviación del mineral a diferentes tamaños de partículas, se prueba la lixiviación en paralelo de cobre y plata		Finalizado	Problemas significativos son encontrados en lixiviar simultáneamente la plata, la descomposición de tiosulfato a sulfuros causa precipitación de plata. La recuperación de plata es inaceptable
Pruebas en CC 09 a 14 de 1 m de altura. Son probadas la lixiviación del mineral a diferentes tamaños de partículas, se prueba la lixiviación en paralelo de cobre y plata	01/09/2008	Análisis de datos de la 2° prueba de columnas cortas	Una comparación de los resultados de lixiviación obtenidos con un mineral chancado a 38, 64 y 101 mm. Determinan que con 38 mm la recuperación de Cu obtenida es del 70% y la de la Ag del 63%. A 101 mm se obtienen recuperaciones de Cu del 55 % y de la plata del 46%
Ensayos a escala laboratorio y en columnas cortas	01/12/2008	Finalizado	Pruebas de estabilidad del líquido lixivante que contiene tiosulfato concluyen que el tiosulfato solo puede ser estabilizado con altas concentraciones de NH <sub>3</sub> y CO <sub>3</sub> . Pruebas de emulsión confirman que la etapa de lavado puede remover NH <sub>3</sub> del interior de la solución de carbonato de amonio. Otras pruebas examinan métodos para la precipitación de la plata, estrategias de control de Eh, recuperación de plata en columnas de carbón activado y otras son propuestas de futuros ensayos a efectuar.



## Aplicación de la Tecnología Ammleach en el mundo





En base a la revisión efectuada de la totalidad de la documentación metalúrgica se formuló las características de un nuevo ensayo terminado recientemente que permitió simular las condiciones de operación de la nueva planta industrial Cacharí para el escenario de producción considerado teniendo en cuenta los sgtes. criterios.

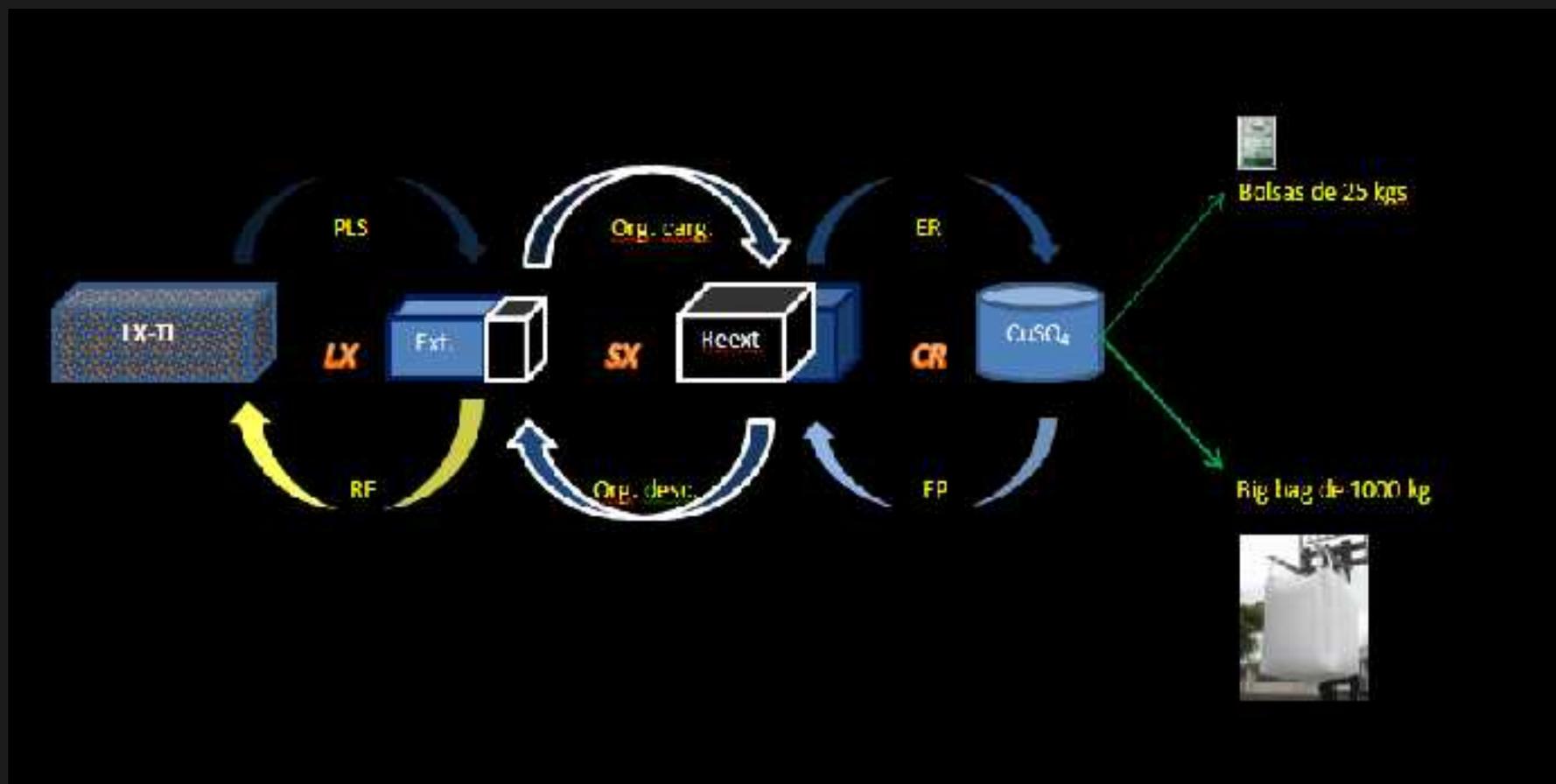
- La recuperación de cobre y plata es factible si se lleva a cabo en modo secuencial (primero el cobre y a continuación la plata).
- El efecto de la forma de aplicación del curado es vital para maximizar las recuperaciones de los metales de interés.

El mineral fue cargado en una proporción 80% caliza-20% arenisca con un tamaño 100% <1/4 ” en 5 minicolumnas de 1 m de altura y 10 cm de diámetro denominadas MC13A – MC13B–MC13C–MC13D–MC13E cuyo detalle es el siguiente:

Modo de operación de minicolumnas Flujo:15 lts/h/m <sup>2</sup>			“Cerradas”para evitar pérdida de amoníaco por evaporación			“Abiertas”para maximizar tasa de recuperación de Ag/consumo de tiosulfato
TAG	% Curado por impregnación	% Curado por riego	PLS <sub>Cu</sub> Pulso 1*1 [Cu] <sub>riego</sub> :6gpl [NH <sub>3</sub> ] <sub>riego</sub> :13gpl	RF <sub>Cu</sub> Pulso 1*1 [Cu] <sub>riego</sub> :0gpl [NH <sub>3</sub> ] <sub>riego</sub> :8gpl	H2O <sub>Cu</sub> Continuo [Cu] <sub>riego</sub> :0gpl [NH <sub>3</sub> ] <sub>riego</sub> :0gpl	PLS <sub>Ag</sub> Continuo [Ag] <sub>riego</sub> :2 [S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] <sub>riego</sub> :10gpl
MC 13 A	100	0				
MC 13 B	70	30				
MC 13 C	50	50				
MC 13 D	70	30				
MC 13 E	0	100				



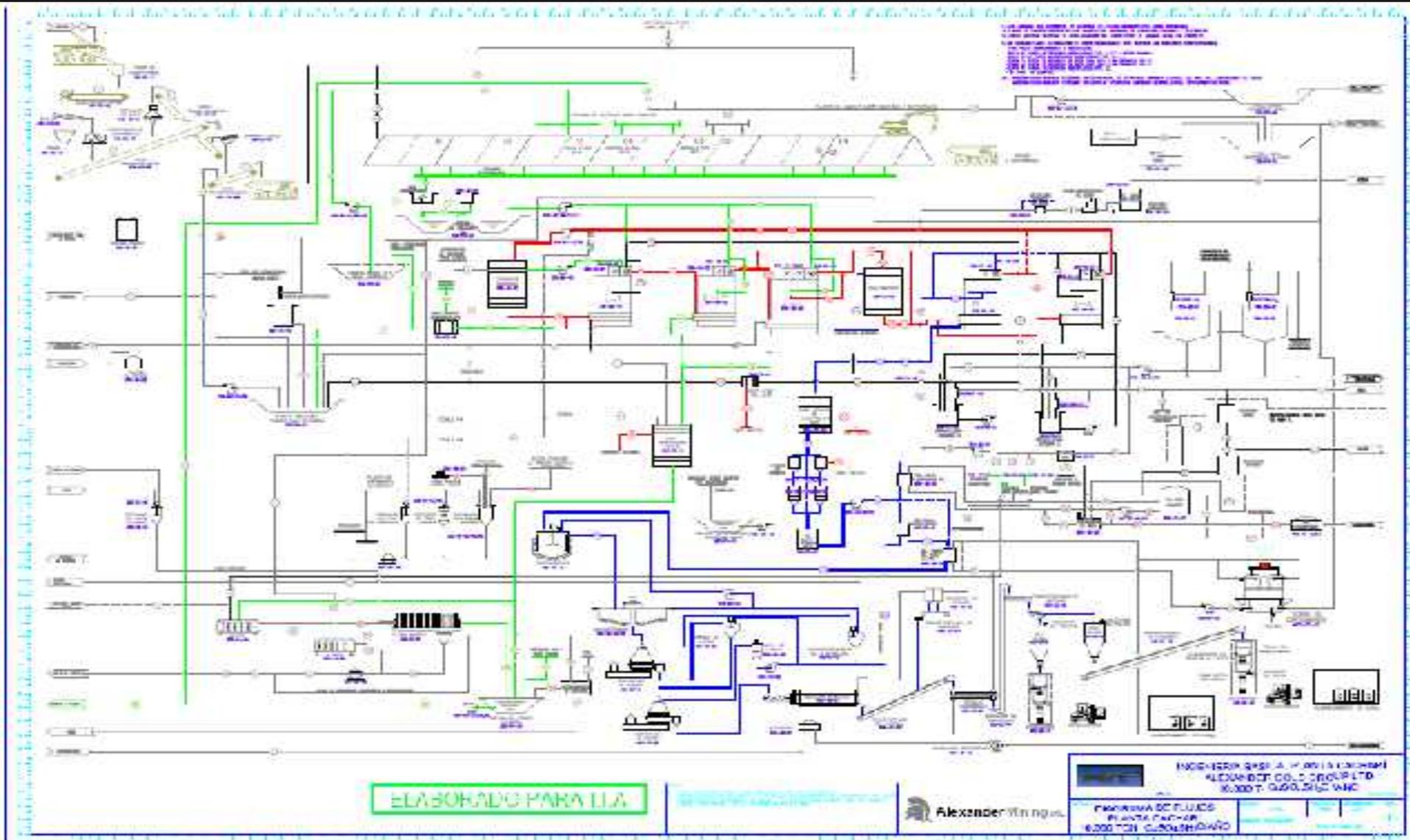
Esquema de procesamiento propuesto para la obtención de sulfato de cobre :





Alexander Gold Group Ltd

# Diagrama de flujo de proceso (caso base 5.000 tn $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ /año)





## Principales ventajas operacionales y económicas de usar el Procesamiento propuesto:

- El proceso de lixiviación amoniacal en media alcalino se lleva a cabo en CNPT.
  - Utilizamos dos etapas para el proceso de lixiviación—Pretratamiento específico del mineral—Lixiviación en pila
  - Utilización de una operación de extracción por solvente que evita el arrastre de amoniaco hacia el electrolito
  - Se reduce el consumo de reactivos usando AmmLeach® versus minerales con alto consumo de ácido
  - El metal objeto del proyecto se lo obtiene limpio en el PLS, a diferencia de la lixiviación convencional
  - Uso de equipamiento convencional
  - La etapa de cristalización es idéntica a los circuitos convencionales que usan ácido
  - Beneficios ambientales
- Reducción de impactos por transporte/emisiones y costos  
Mínima probabilidad de drenaje ácido de mineral (AMD)

# PROCESO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PARA LA PLATA



Alexander Gold Group Ltd

**Beneficios.**  
Evolución del conocimiento.  
Incentivos fiscales.  
Tamaño empresa.

Presión sobre los beneficios. Mercado de productos a sustituir.

Transferencia  
Aprendizaje  
Entrenamiento

Difusión

Efecto Económico

## Variables determinantes

## Actividades

Investigación básica

Investigación aplicada

Desarrollo

Precompetitivo

Competitivo

Transferencia  
Aprendizaje  
Entrenamiento

## Resultados

Descubrimiento

Invención

Información

Innovación

Difusión

## Sectores

Conocimiento tecnológico

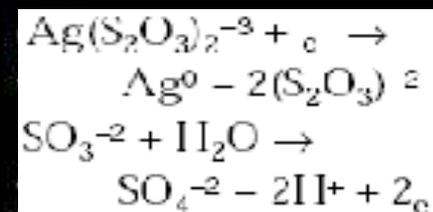
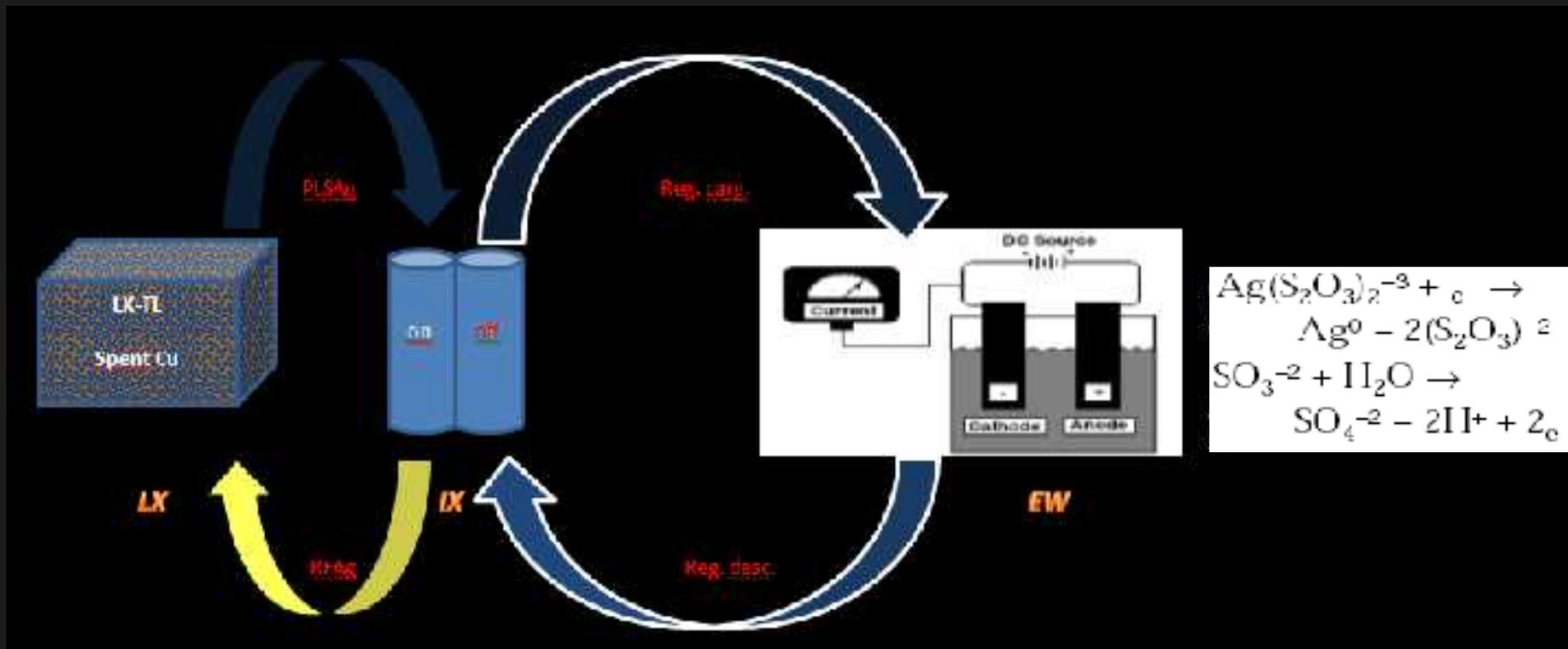
Conjunto de invenciones

Conocimiento tecnológico

Industrias  
Equipos  
Procesos



De acuerdo al análisis de fines y medios utilizado el esquema de procesamiento plausible para la obtención de la plata es el sgte.



Actualmente se está evaluando también el uso de filtros de cartucho que permitan acumular la plata para ser posteriormente sometidos a proceso de fusión en reemplazo de EW.



### *Etapa IX. Ensayos a escala laboratorio-banco*

El primer paso dado,

Obtención de isoterma de equilibrio, permitió determinar la química óptima para la separación a efectuar y acotar el número de resinas candidatas al proceso de intercambio.

- ✓ Se efectuó la selección del tipo de resina a utilizar en función de las características físico químicas de la corriente denominada PLSAg (elección final Dowex 21KXLT)

El segundo paso, evaluaciones en columna, permitirá dilucidar los parámetros de ingeniería óptimos para el proceso de escalado de la etapa IX para la operación de la planta comercial.

Las secuencia de experiencias que serán desarrolladas en ésta etapa incluyen:

- ✓ Estudio de la capacidad de carga de la resina
- ✓ Estudio de la capacidad de descarga de la resina por regenerar
- ✓ **Pruebas de sorción y desorción en columna a escala laboratorio** configurada para simular el intercambio iónico a escala industrial y determinar la cinética de carga de la resina.



## Conclusiones

El proyecto Cacharí presenta particulares diferencias respecto a las características de un negocio minero tradicional; algunas de ellas son:

No existe un recurso mineral medido de gran envergadura, capaz de sustentar sobre bases confiables una larga vida operacional. Por el contrario, es la oportunidad de un buen negocio el que motiva nuestra búsqueda y el aseguramiento de reservas de mineral.

La planta será altamente eficiente y requerirá que sus inversiones puedan amortizarse en plazos cortos, generalmente relacionados con el potencial más favorable y mejor estimado de recursos minerales del proyecto.

La alta eficiencia requerida exige al área de ingeniería de proyectos diseñar un “proyecto a medida”, que no arriesgue la necesidad de ser eficiente y flexible en su operación de modo tal que permita ajustar su demanda a la disponibilidad de minerales (tonelajes, calidades, etc.). Dentro del contexto descrito, el rol del área de Ingeniería que debe diseñar “el proyecto a medida” quedó entonces definido y enfocado a trabajar con los siguientes objetivos:

- **Eficiencia en el uso del Capital, con mínima inversión por unidad de producto.**
- **Eficiencia operacional, para lograr productos de alta apreciación en el mercado al más bajo costo.**
- **Eficiencia en el control de todos los riesgos, incluidos los laborales y ambientales evitando la generación de pasivos ambientales a largo plazo.**



**Alexander Gold Group Ltd.**

**¡Muchas gracias por su atención!**

Para solicitar información adicional, por favor contáctenos

Contacto: **Diego Pestaña**

Tel: **+54(387)4284455** email: **dpeстана@grupoagv.com.ar**

***CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O***

***Ag<sup>0</sup>***