



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



INFORME DE CIERRE

FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD (FIC-R)

“Desarrollo de tecnología innovadora para la producción de concentrados de minerales de valor económico contenidos en relaves de cobre de la Región de Atacama”

CÓDIGO BIP: 30486489-0.

Proyecto Financiado con Aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad de
Asignación Regional FIC-R 2016 del Gobierno Regional de Atacama

COPIAPÓ, OCTUBRE 2019



INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	2
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
CONCLUSIONES	2
PRINCIPALES LOGROS Y RESULTADOS DEL PROYECTO	2
CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO E INDIRECTO	2
DESAFÍOS FUTUROS.....	2
ANEXOS	2

INTRODUCCIÓN

La minería a nivel mundial siempre se ha encontrado en un constante progreso y cambios en los diversos procesos que esta requiere. En nuestro país, las contribuciones científicas que se han generado en la industria minera en cuanto a su explotación, concentración de minerales y los recursos metálicos y minerales industriales no metálicos, además de la producción de metales ha sido progresivo dicho progreso.

La minería es una de las actividades económicas más importantes a nivel de Chile, centrado esencialmente en la explotación, procesamiento y comercialización de minerales metálicos, minerales industriales y rocas ornamentales. En nuestro país, la minería participa en forma relevante en la economía nacional. El año 2018 la participación de la minería en el PIB alcanzó al 9,8%. Chile, como mayor productor y exportador de cobre en el mundo, produjo 5.872 mil toneladas métrica, además de ocupar un segundo lugar en la producción mundial de molibdeno, con 60.248 toneladas métricas. Como productor de minerales industriales, ocupó el primer lugar en la producción de yodo con 20.216 toneladas, y el segundo lugar en la producción de litio con 18.053 toneladas.

La Región de Atacama basa su economía de exportación en el sector minería (cerca del 90%) seguido por los sectores agricultura, pesca y acuicultura con sólo un 10%.

La actividad minera es uno de los grandes pilares de la economía regional y nacional, donde la industria del cobre y hierro mantienen su predominio. Pero esta fuente de divisas acarrea como consecuencia diversos daños ambientales, que se ven reflejados en recursos hídricos, biológicos, atmosféricos, socio-económicos y visuales.

Debido a la gran producción minera de la región, se generan grandes cantidades de pasivos ambientales que son depositados en tranques de relaves, los cuales si no son adecuadamente controlados pueden afectar de gran manera el entorno. Un estudio realizado por SERNAGEOMIN sobre los depósitos de relaves indica que se tiene registro de 696 depósitos de relave, distribuidos entre las regiones de Tarapacá y del Maule, además en la Región de Atacama, indicó la presencia de 155 tranques, de los cuales 28



se encuentran activos, 105 no activos y 22 abandonados. De estos 84 depósitos se encuentran en la Comuna de Copiapó.

En este sentido, uno de los grandes desafíos que debe enfrentar la actividad minera, es la disposición y mantención de estos relaves mineros de manera sustentable. Esta problemática constituye un punto relevante para la minería, debido al contenido de especies mineralógicas de valor comercial presentes en los relaves los cuales hasta el momento no han sido aprovechados en su totalidad.

El objetivo general de este proyecto es desarrollar tecnología innovadora para la concentración de minerales de valor económico presentes en relaves mineros, promoviendo la diversificación productiva de la minería regional y contribuyendo a la disminución de los volúmenes de pasivos ambientales.

Por lo cual los objetivos específicos son:

- a) Muestrear diferentes tranques de relaves de la región; caracterizarlo química, mineralógica y granulométricamente los relaves mineros a estudiar;
- b) Realizar pruebas de concentración a escala de laboratorio para los relaves en estudio;
- c) Diseñar y proponer circuitos de concentración para el tratamiento de los relaves a escala planta mini piloto;
- d) Estudiar el mercado nacional e internacional para comercializar los concentrados que se obtendrán de los relaves y generar un modelo de negocio y
- e) Difundir los resultados a diversos entornos involucrados con el fin de estimular su implementación, colaborando de esta forma en el proceso de transferencia tecnológica.

El principal resultado esperado en este proyecto es el desarrollo de un proceso innovador de concentración para producir concentrados de magnetita, pirita, cuarzo e ilmenita, a partir de relaves de cobre existentes en la Región de Atacama. Su ejecución contribuirá a desarrollar una nueva cultura en el procesamiento de minerales, lo cual ayudaría a diversificar la



minería, con la producción de nuevos productos mineros en Chile y en la Región de Atacama. Al mismo tiempo, se espera contribuir al desarrollo de capital humano avanzado en el área minero-metalúrgico, a través de la participación y ejecución de tesis para estudiantes de pre y post grado, junto a la realización de publicaciones científicas indexadas.

Finalmente, este proyecto se alinea con la estrategia Regional de desarrollo Atacama 2007 - 2017; porque contribuye a cumplir el lineamiento N° 9 de la estrategia que guarda relación con “El medio ambiente para el desarrollo sustentable” y contribuye a cumplir el objetivo N° 4 de ese lineamiento “Garantizar el derecho ciudadano a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, previniendo y mitigando los efectos de las actividades antrópicas, en estrecha colaboración público-privada” meta N° 5 donde se compromete a “Diseñar e Implementar primera fase de un Plan especial de mitigación y remediación de pasivos ambientales mineros de la ciudad de Copiapó.

El trabajo realizado consistió en caracterización química, física y mineralógica de los relaves, pruebas de flotación y concentración magnética de relave de la Región de Atacama a nivel batch, para determinar el circuito y ser comprobado con pruebas en forma continua para confirmar el circuito propuesto y posiblemente instalarlo a nivel industrial.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe final del proyecto de investigación titulado “Desarrollo de tecnología innovadora para la producción de concentrados de minerales de valor económico contenidos en relaves de cobre de la Región de Atacama” Código BIP: 30486489-0, que fue realizado durante los años 2017 y 2019, por el Departamento de Ingeniería Metalurgia de la Universidad de Atacama en conjunto con planta M. A. Matta de la ENAMI

El trabajo realizado en esta investigación consistió en la toma de muestras de relave en plantas de la Región; preparación y caracterización de relaves, pruebas para determinar el pH, dosis y el reactivo y espumante a usar; determinación de la cinética de flotación para las diferentes etapas del circuito y diseño del circuito para beneficiar el relave de cobre.

Se recolectaron muestras de pulpa de relaves de cuatro empresas mineras de la región. Estas muestras se prepararon hasta obtener una muestra para su caracterización. Esta caracterización incluye análisis químico (vía húmeda y espectroscopia) mineralógico (fluorescencia de rayos X, difracción de rayos, microscopía óptica) propiedades físicas (distribución granulométrica y peso específico), y propiedades fisicoquímicas (tensión superficial, potencial Z y ángulo de contacto)

En las pruebas de flotación de relaves se analizaron las siguientes variables que influyen el proceso de flotación:

Existe un tamaño de partícula que presenta la mayor recuperación, observándose una disminución de ésta, para tamaños más gruesos, y más finos que este tamaño óptimo. La disminución de recuperación para el tamaño mayor, responde directamente a la masa de las partículas y la dificultad de mantener una unión partícula-burbuja duradera. Para los tamaños menores, se relaciona con la dificultad de adhesión a que éstas no adquieren la suficiente energía cinética para producir un agregado estable. Toda esta explicación válida para el mecanismo principal de adhesión.

De esta manera el tamaño de partícula es la variable sobre la cual debe enfatizar el control, debido a su efecto en la recuperación y ley. Además, tiene una incidencia potente en el costo de operación del proceso global.

La función del colector es hacer selectivamente hidrofóbica la superficie de la partícula, por ende, el reactivo es lo más importante en una flotación.

La elección de un espumante específico determina las características de una espuma que contribuye a la selectividad de la operación. Las variables como altura de la espuma y flujo de aire inciden sobre el tiempo de retención de las partículas en la espuma.

La dosis de reactivo que se adicionarán a la pulpa es una variable importante debido a que la factibilidad técnica de la aplicación de este proceso depende del balance económico.

La densidad de pulpa, está determinada por la etapa molienda-clasificación, de modo que esta etapa opere en forma óptima. Es raro que la pulpa se ajuste en su porcentaje de sólidos antes de entrar a flotación, sin embargo, es un factor importante, ya que existe un valor óptimo para el proceso, y por qué afecta el tiempo de residencia del mineral en el circuito, y de esta forma la capacidad del mismo.

Lo normal es operar entre un 30 a un 45% de sólidos en la etapa de flotación rougher como ejemplo, en tanto en las etapas de limpieza, el material debe ser diluido, por lo tanto, este porcentaje es menor.

El tiempo de flotación depende de las características del material a flotar, y de la conjugación de todos los demás factores que inciden en el proceso. Esto es, bajo determinadas condiciones operacionales, se debe dar al mineral el tiempo suficiente para alcanzar una recuperación deseada. Obviamente los aspectos técnico-económicos son los que determinan las condiciones finales de operación. Referente a lo técnico la realización de pruebas cinéticas de flotación indican el tiempo de residencia óptimo para cada etapa. En lo económico es tan solo identificar en cuanto tiempo de mantener la pulpa en la celda cruza el umbral económico, sin redituar en amplios beneficios.

El pH de la pulpa es la variable de control más utilizada en el proceso de flotación, su manejo da como resultado un aumento en la selectividad del proceso, debido al efecto depresor sobre ciertos favoreciendo así la



recuperación en circuitos rougher, y en los circuitos de limpieza la ley. El proceso de flotación es por ende sumamente sensible al pH. Además, para ratificar esta afirmación, es preciso ir más allá y argumentar que los colectores tienen un rango de pH óptimo de funcionamiento.

El acondicionamiento de la pulpa es una etapa clave en el proceso, y toma real importancia ya sea cuando se tienen reactivos que necesitan un tiempo de acondicionamiento prolongado, por lo cual pueden ser agregados en etapas anteriores o en el acondicionador, previo cálculo del tiempo de residencia.

Es también necesario dar la importancia al acondicionamiento, cuando el mineral a flotar, ya sea por exposición al aire, etapas anteriores de flotación donde su oxidación fue necesaria para depresarla. Esta oxidación producida, impide la acción de colectores sobre la superficie del mineral, por lo cual, al agregar un activador, es necesario dar el tiempo de acondicionamiento necesario para la disolución de estos óxidos superficiales, y que la superficie quede limpia para reaccionar con el reactivo colector.

Los reactivos de flotación son el componente y la variable más importante del proceso. No solamente influyente el tipo de reactivo que se agrega, sino también su cantidad, punto y método de adición, y múltiples otros factores que a veces escapan a una definición precisa. En toda investigación el estudio de los reactivos, se dedique, generalmente, la mayor parte del esfuerzo en la solución del problema metalúrgico de un mineral.

Es conveniente destacar la complejidad del problema que presenta la selección de una formula apropiada de flotación. Como se sabe, la adsorción de reactivos se basa en un equilibrio de iones de la pulpa que determina los potenciales cinéticos, electroquímicos y la hidratación de las partículas minerales. Este equilibrio es difícil de controlar o prever, tomando en consideración que aparte de los reactivos introducidos conscientemente en la pulpa, hay una considerable variedad de iones provenientes de las impurezas que trae el mineral mismo y las aguas industriales.

Los colectores poseen comúnmente una porción polar y otra no polar (heteropolar), dependiendo si el grupo polar está cargado positiva o negativamente, los colectores pueden ser clasificados en dos categorías: catiónicos y aniónicos.

Los espumantes tienen como principal función estabilizar las burbujas de aire que suben a la superficie, lo que permite que se adhieran a ellas las partículas hidrofóbicas del mineral. La estabilización de estas burbujas debe ser tal que al llegar a la superficie la espuma sea sustentable, pero a su vez debe romperse con facilidad al pasar de la celda a la canaleta receptora de concentrado. Los espumantes son sustancias tensoactivas, heteropolares de estructura análoga a la del colector, pero su grupo no es activo con la superficie del mineral, sino de gran afinidad con el agua.

Los depresantes pueden ser sustancias orgánicas o inorgánicas, las cuales pueden evitar la adsorción del colector en la superficie del mineral o evitar la adhesión de burbujas de aire en la superficie del mineral.

1. PRUEBAS PARA RECUPERAR PIRITA CONTENIDOS EN LOS RELAVES

Fueron caracterizados los relaves desde el punto químico, granulométrico, mineralógico y metalúrgico, con el objetivo de determinar las condiciones operacionales para realizar las pruebas de flotación a escala de laboratorio.

El primer grupo de pruebas tuvo como objetivo determinar el pH óptimo de la flotación, se realizaron cuatro pruebas con las condiciones estándar y solo se varió el pH de trabajo entre 5 a 8 (Valores obtenidos de los resultados de las pruebas de micro flotación).

También fueron realizadas pruebas de flotación para determinar la dosificación de colector. Identificado el pH de acuerdo a los resultados (pH 8), se realizó cinco pruebas para identificar la dosificación óptima de colector AP-404.

Las dosificaciones utilizadas fueron 10 g/t, 20 g/t, 30 g/t, 40 g/t y 50 g/t. Las condiciones operacionales fueron las estándar se mantuvieron constantes en todas las experiencias.

Una vez obtenido el pH óptimo de flotación (pH 8) y la dosificación de colector A-404 (30 g/t), se procedió a realizar las pruebas cinéticas de flotación rougher. Para cuantificar el efecto de las variables de dosificación de colector, dosificación de espumantes, pH de trabajo, y tiempo de acondicionamiento en las variables respuesta de % de recuperación y la razón de enriquecimiento, se utilizó un diseño experimental de 2^n más 2 puntos medios utilizando el software Statgraphics plus 5.0.

Este diseño contempla un total de 18 pruebas. Las variables estudiadas y los niveles de los factores estudiados se ilustran en la tabla 3.7, los niveles estudiados fueron elegidos a partir de las pruebas realizadas anteriormente de pH óptimo y dosificación de colector. Las condiciones estándar de las pruebas se presentan en la tabla 3.8. La identificación de cada prueba se muestra en la tabla 3.9.

En la figura 1 y 2 muestra la celda de flotación del laboratorio de concentración de minerales del Departamento de Ingeniería en Metalurgia, operada por personal contratado por este proyecto.

Se observa en la figura 2 la realización de una pruebas de flotación rougher de flotación de pirita del relave de cobre, el técnico está realizando una prueba cinética de flotación, porque está pendiente del reloj que controla el cambio de bandeja de concentraos, con el objetivo de determinar el tiempo óptimo de flotación para esta etapa; ya que es la variable más importante.



Figura 1. Acondicionamiento de la pulpa para realizar la prueba



Figura 2. Cinética de flotación rougher de pirita

Una vez obtenidos los valores óptimos de dosificación de reactivos y los tiempos óptimos determinados de las pruebas individuales para cada etapa, se desarrolló un ciclo abierto semicontinuo de flotación que involucra todas las etapas que fueron estudiadas con anterioridad.

En esta serie semi continua de pruebas de flotación de ciclo abierto para las etapas rougher-scavenger-cleaner-recleaner, utilizando los tiempos óptimos determinados en las cinéticas rougher, scavenger, cleaner y recleaner. Esta serie fue desarrollada para la utilización de la técnica de Split Factors.

El procedimiento de flotación para las pruebas en ciclo abierto, fueron realizadas según las siguientes condiciones:

Se realizaron cinco flotaciones rougher necesarias para obtener 25% de sólidos en la etapa cleaner.

Se realizan tres flotaciones scavenger, siguiendo los pasos usados en cada flotación scavenger.

Se realiza una flotación cleaner, siguiendo los pasos y condiciones determinadas en la flotación cleaner.

Se realiza una flotación recleaner, con las condiciones y parámetros determinados en las pruebas con muestra de concentrado cleaner.

Una vez realizados todas las pruebas flotación de ciclo abierto para cada etapa rougher, scavenger, cleaner y recleaner, los resultados obtenidos de recuperación en peso y metalúrgico de cada una de las etapas y para cada flujo la correspondiente ley de pirita, peso de sólidos y peso de finos del ciclo abierto se muestran en la siguiente figura 3.

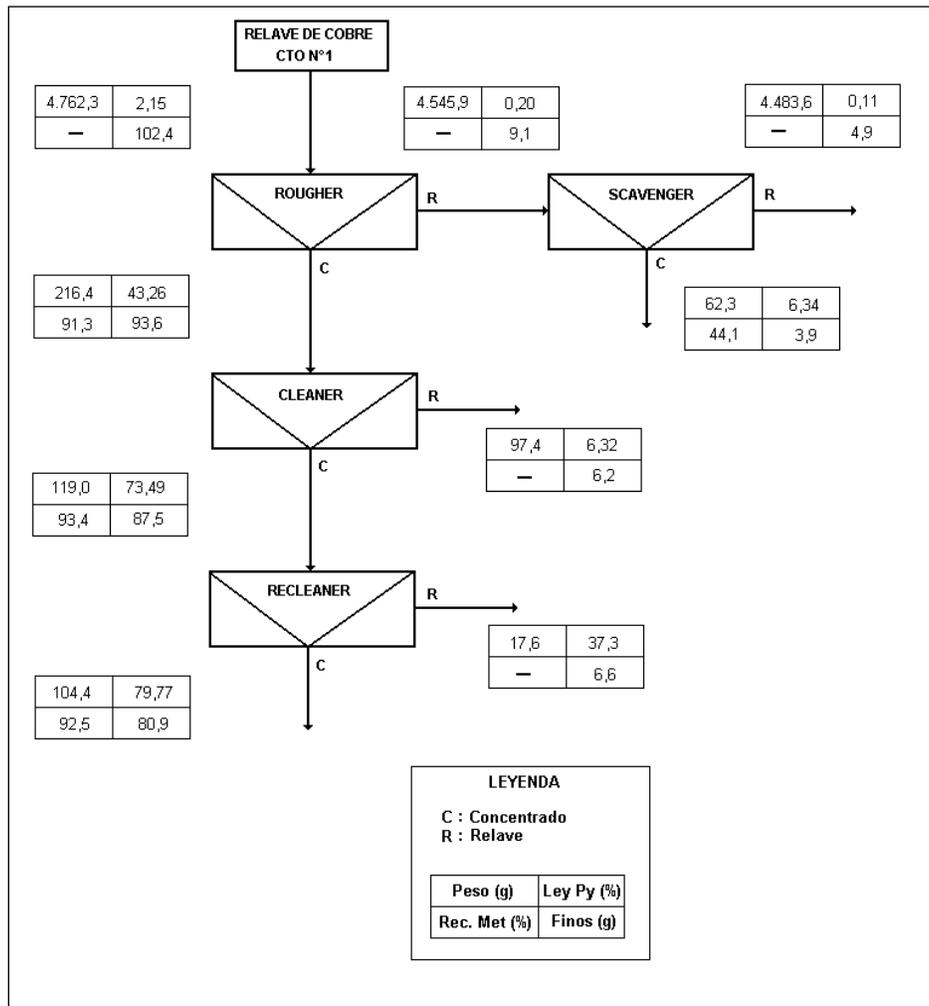


Figura 3. Resumen de resultados del circuito abierto de flotación.

Con los pesos de los concentrados y relaves más las leyes de pirita de cada etapa se calcularon los Split Factors para cada etapa, el cálculo de los factores y los pesos obtenidos y los factores calculados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Calculo de los factores y los pesos obtenidos

ETAPA	Pesos (g)			Finos (g)			Ley de pirita (%)			Factor	
	Alim.	Conc.	Relave	Alim.	Conc.	Relave	Alim.	Conc.	Relave	Peso	Fino
Rougher	4.762,3	216,4	4.545,9	102,4	93,6	9,1	2,15	43,26	0,20	0,0454	0,914
Cleaner	216,4	119,0	97,4	93,6	87,5	6,2	43,26	73,49	6,32	0,5499	0,934
Recleaner	119,0	101,4	17,6	87,5	80,9	6,6	73,49	79,77	37,3	0,8521	0,925
Scavenger	4.545,9	62,3	4.483,6	9,1	3,9	4,9	0,2	6,34	0,11	0,0137	0,434

Con el cálculo de los factores, se procedió a cerrar los circuitos propuestos por medio de una planilla de Microsoft Excel 2000, utilizando como masa de entrada fresca constante de 1000 Kg. y una ley de cabeza de 2,15% de pirita. Con los datos calculados se procedió a simular cada circuito indicado en la figura 4.

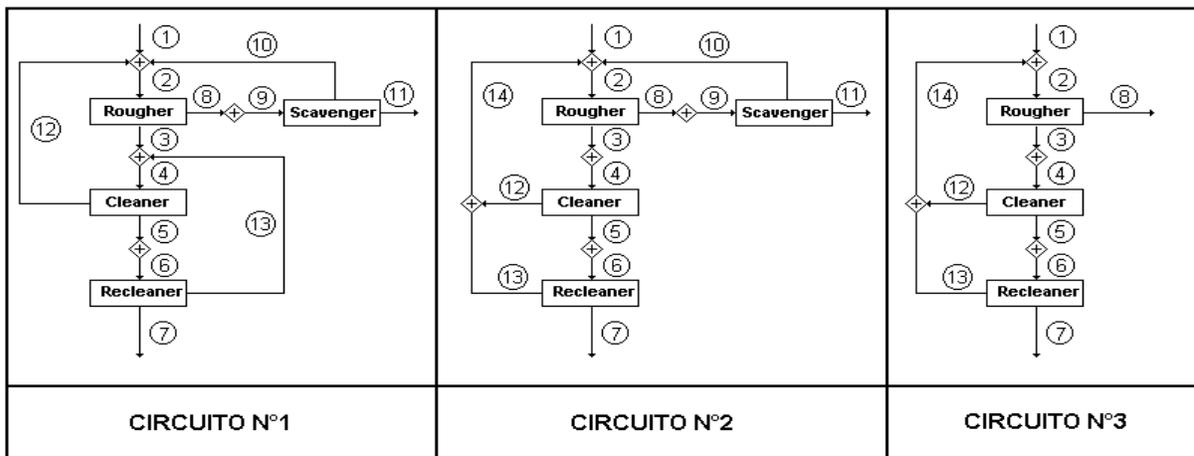


Figura 4. Diagrama de circuitos propuestos para la simulación.



Tabla 2. Resultado de simulación circuitos propuestos por Split Factors.

Flujo	Descripción	Circuito N° 1			Circuito N° 2			Circuito N° 3		
		Masa (Kg)	Fino Py (Kg)	Ley Py (%)	Masa (Kg)	Fino Py (Kg)	Ley Py (%)	Masa (Kg)	Fino Py (Kg)	Ley Py (%)
1	Alim. Fresca	1.000	21,5	2,15	1.000	21,5	2,15	1.000	21,5	2,15
2	Alim. Rougher	1.036,6	23,9	2,31	1.038,7	25,6	2,47	1.024,8	24,6	2,40
3	Conc. Rougher	47,1	21,9	46,47	47,2	23,4	49,67	46,6	22,5	48,21
4	Alim. Cleaner	51,3	23,5	45,91	47,2	23,4	49,67	46,6	22,5	48,21
5	Conc. Cleaner	28,2	22,0	77,99	26,0	21,9	84,39	25,6	21,0	81,90
6	Alim. Recleaner	28,2	22,0	77,99	26,0	21,9	84,39	25,6	21,0	81,90
7	Conc. Recleaner	24,0	20,3	84,66	22,1	20,3	91,60	21,8	19,4	88,89
8	Relave Rougher	989,5	2,1	0,21	991,5	2,2	0,22	978,2	2,1	0,22
9	Alim. Scavenger	989,5	2,1	0,21	991,5	2,2	0,22	-	-	-
10	Conc. Scavenger	13,6	0,9	6,57	13,6	1,0	7,03	-	-	-
11	Relave Scavenger	976,0	1,2	0,12	977,9	1,2	0,13	-	-	-
12	Relave Cleaner	23,1	1,6	6,71	21,2	1,5	7,26	21,0	1,5	7,05
13	Relave Recleaner	4,2	1,7	39,59	3,8	1,6	42,84	3,8	1,6	41,58
14	Unión Relave C-RC	-	-	-	25,1	3,2	12,71	24,8	3,1	12,33
TOTAL		Ley Final 84,7 % Recup. Global 94,6 %			Ley Final 91,6 % Recup. Global 94,2 %			Ley Final 88,9 % Recup. Global 90,2 %		

Según la tabla, se aprecia claramente que de los tres circuitos propuestos, se aprecia que el circuito más beneficioso para la recuperación de pirita es el circuito N° 2 que reporta la mayor ley de concentrado final de pirita de 91,6% con una recuperación global de 94,2%.

2. RECUPERACIÓN DE HIERRO MAGNÉTICO

Se estudió la factibilidad técnica de recuperar el hierro magnético y pirítico contenido en el relave de cobre que actualmente se produce en las plantas que concentran minerales de cobre.

En las pruebas de concentración realizada a nivel de laboratorio, se propusieron es dos tipos de circuitos:

El primero comienza con una concentración magnética rougher, luego el concentrado obtenido es sometido a una etapa de remolienda, para alcanzar una granulometría donde todo el mineral magnético se encuentre liberado, y este es alimentado a una etapa de limpieza donde para obtener un concentrado con leyes que cumpla las especificaciones de ventas y una recuperación adecuada. El relave de la concentración magnética rougher es sometido a una etapa de flotación para obtener un concentrado de sulfuro de hierro.

El segundo circuito analizado, consistió someter al relave de cobre a una concentración por flotación, para obtener un concentrado de pirita. El relave de la flotación es sometido a una concentración magnética, para obtener un concentrado magnético con un contenido de azufre lo menor posible, para alcanzar las especificaciones de venta de estos concentrados de hierro.

La muestra para realizar las pruebas, el relave fue homogenizado y se procedió a obtener muestras representativas para realizar su caracterización. Para realizar el análisis granulométrico, la muestra fue deslamada en la malla 400, el producto bajo tamaño fue filtrada a presión, secada y pesada con el objetivo de agregar su peso, mientras que el sobre tamaño del deslamado fue solamente secado y pesado.

En la figura 5 se muestra el análisis químico de acuerdo a su granulometría de los siguientes elementos: hierro, hierro magnético, sílice y, por último, la mineral pirita. Con respecto al hierro, se observa que su mayor contenido de encuentra bajo la malla 400; el 46,2% de este elemento se encuentra bajo los 38 micrómetros.

La distribución de hierro magnético, al igual que el hierro total, registra su mayor concentración bajo la malla 400; el 48,3% del mineral se encuentra bajo los 38 micrómetros. Además, se observa un alto contenido entre los 75 y 53 micrómetros de 10,2% y un 12,1% respectivamente.

La distribución de sílice con respecto a su granulometría, al igual que el hierro y hierro magnético, la mayor concentración de sus partículas se encuentran bajo los 38 micrómetros, pero a diferencia del hierro total y hierro magnético, posee más partículas de mayor granulometría, esto es entre los 210 y 105 micrómetros.

Finalmente, con respecto a su granulometría, al igual que la distribución de azufre, su mayor concentración se encuentra bajo los 38 micrómetros; 39,6% de este mineral se encuentra bajo los 38 micrómetros. Además, se observa una alta concentración entre 105 y 53 micrómetros.

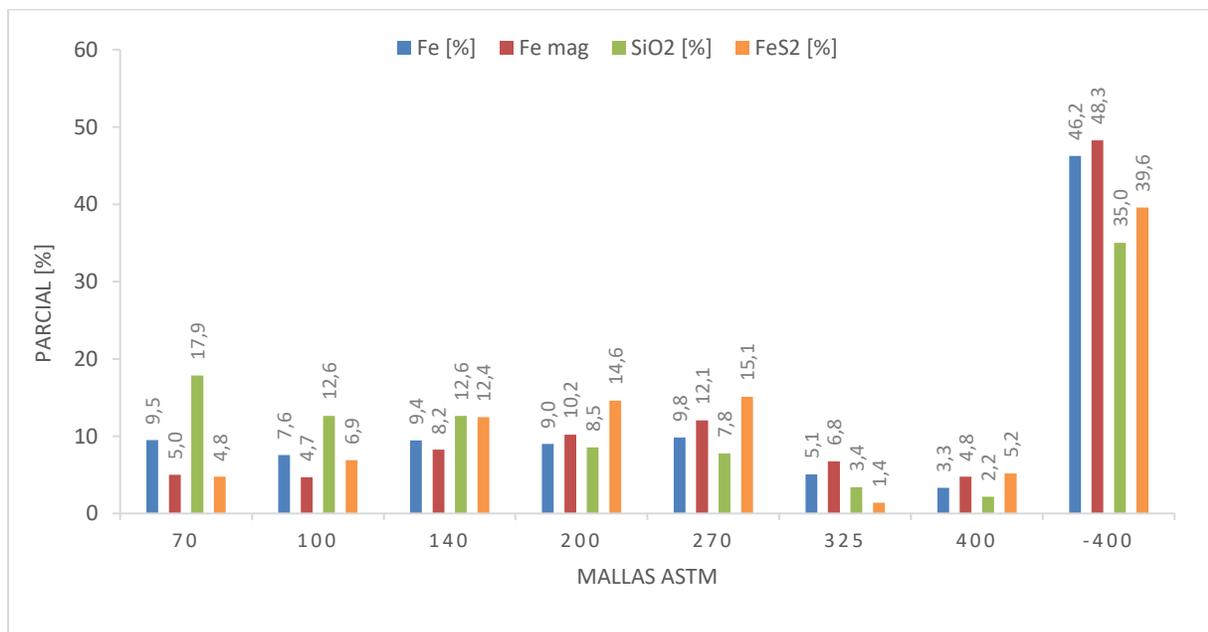


Figura 5. Distribución de minerales del relave en función de la granulometría.

El equipo utilizado fue un separador magnético de tambor en húmedo de tipo concurrente de baja intensidad de laboratorio. Este equipo utiliza imanes de cerámica dispuestos en un patrón de polaridad alterna de intensidad de campo uniforme. La ubicación del imán puede rotar en varias posiciones preestablecidas para lograr la eficiencia máxima de separación, además de una posición neutral para su limpieza. Este tambor está diseñado para tratar hasta 50 [kg/h] con un caudal de aproximadamente 5 [L/min] , el porcentaje de sólidos en la pulpa varía entre 25 - 40% en peso. Este equipo es mostrado en la figura 6.



Figura 6. Concentrador magnético.

Como se mencionó anteriormente, las pruebas de concentración se realizaron simulando dos circuitos. El primer circuito está propuesto por una etapa de concentración magnética para la concentración de hierro magnético, el concentrado va a una etapa de remolienda, buscando una granulometría del 85% bajo la malla 325. Este concentrado remolido se alimenta a una etapa de concentración magnética finisher. El relave de la

etapa magnética rougher es sometido a una etapa de flotación rougher con el objetivo de concentrar pirita.

Los resultados de la concentración magnética para la etapa rougher, usando un tiempo de 10 minutos de acondicionamiento, un flujo de alimentación a 1,2 [L/min], el tambor se regulo para trabajar a 750 [G] a una distancia de 18 [mm] de la batea.

En la figura 7 se muestra las leyes y recuperaciones metalúrgicas y en peso de la primera, segunda y tercera prueba. Con respecto a la recuperación metalúrgica, en la prueba 1 con una velocidad de 20 [rpm] se obtuvo una recuperación metalúrgica de 37,5% y en peso de 10,2%. Al compararla con la prueba 2, con una velocidad de 40 [rpm] la recuperación metalúrgica y en peso disminuyen a 34,4%, 9,3% respectivamente. En la prueba 3, con una velocidad de rotación del tambor a 65 [rpm], se obtuvo una recuperación metalúrgica de 44,8% y en peso de 14,9% siendo esta la recuperación la más alta.

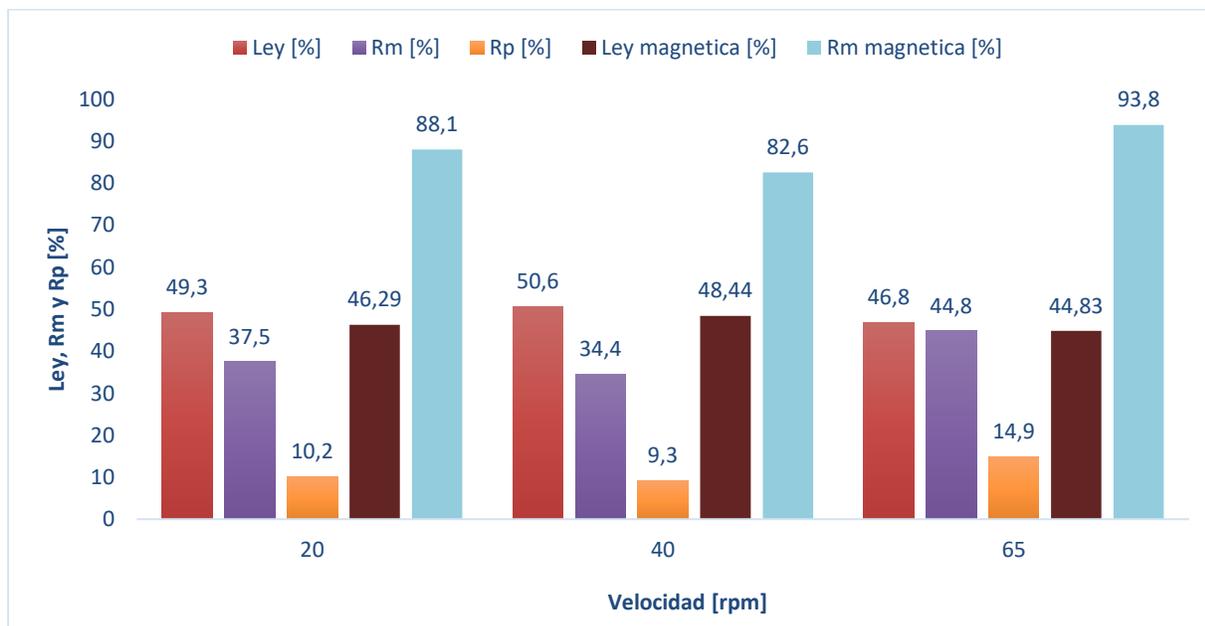


Figura 7. Recuperación y ley de hierro en función de la velocidad del tambor, etapa rougher.



Con respecto a las leyes obtenidas, no existe una gran diferencia entre ellas, en la prueba 1 se obtuvo un 49,3 % de hierro total, en la prueba 2 este aumenta a 50,6% y en la prueba 3 se obtuvo una ley de 46,8% de hierro total.

Además, se observan las leyes y recuperaciones magnéticas, con una velocidad de 20 [rpm] se obtiene una ley de 46,29% y una recuperación metalúrgica de 88,1%, a comparación de la segunda prueba que se obtuvo una ley de 48,44% con una recuperación de 82,6%, mientras que, en la tercera prueba, se obtuvo una ley de 44,83% con una recuperación magnética de 93,8%.

El concentrado magnético obtenido en etapa se somete a remolienda con el objetivo de aumentar la liberación de la partícula útil, este material es nuevamente alimentado al concentrador magnético, para tener un concentrado magnético con mayor ley de hierro.

La prueba de concentración magnética para la etapa finisher se preparó una pulpa al 25% de sólido. El material de alimentación tiene una granulometría del 85% bajo la malla 325. El material tiene un peso específico de 2,8 [kg/L].

En la figura 8 se muestran las leyes y recuperaciones metalúrgicas y en peso de la cuarta, quinta y sexta prueba manteniendo constante la posición de los magnetos en la posición 4. Con respecto a la recuperación metalúrgica, si bien no existen grandes diferencias entre ellas, en la prueba 4 con una velocidad de 20 [rpm] se obtuvo una recuperación metalúrgica de 94,7% y una recuperación en peso de 72,8%. Al compararla con la prueba 5, con una velocidad de 40 rpm se obtuvo una recuperación metalúrgica y en peso aumenta a 94,9% y 74,4% respectivamente. En la prueba 6, con una velocidad de rotación del tambor a 65 [rpm], se obtuvo una recuperación metalúrgica de 94,9% y una recuperación en peso de 75,8%, siendo estas dos últimas recuperaciones las más alta de esta terna de pruebas.

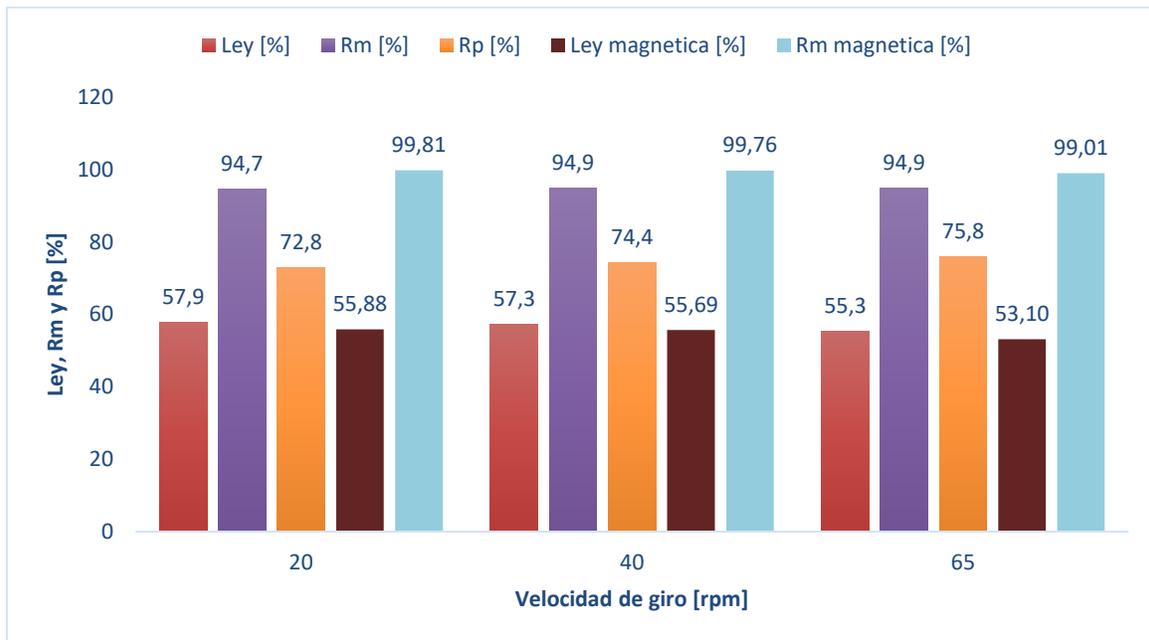


Figura 8. Recuperación y ley de hierro en función de la velocidad de giro del tambor, etapa finisher.

En relación a las leyes obtenidas, no existen diferencias significativas entre ellas, en la prueba 4 se obtuvo un 57,9%, en la prueba 5 se obtuvo un 57,3% de hierro total y por último en la prueba 6 se obtuvo una ley de 55,3%.

Además, se observan las leyes y recuperaciones metalúrgicas magnéticas, en la cuarta prueba con una velocidad de 20 [rpm] se obtiene una ley de 55,88% con una recuperación metalúrgica del 99,8%, mientras que en la quinta prueba se obtiene una ley un poco menor de 55,69% y una recuperación de 99,76%. Finalmente, en la sexta prueba se obtiene una ley de 53,10%, siendo la menor ley magnética de la figura 8 con una recuperación de 99,0%.

En la flotación rougher se utilizó el AP-404 como colector, MIBC + D-250 como espumantes y Na_2CO_3 como agente modificador de pH para la recuperación de pirita. El material de alimentación proviene de la cola producida en la etapa de concentración magnética rougher. El peso específico es de 2,59 [kg/L]. Las condiciones de las pruebas efectuadas

preparando una pulpa al 35% de sólido, tiempo de acondicionamiento de 10 [min] a una velocidad constante de agitación de 1.400 [rpm], con un tiempo de flotación de 15 [min] y a pH 9.

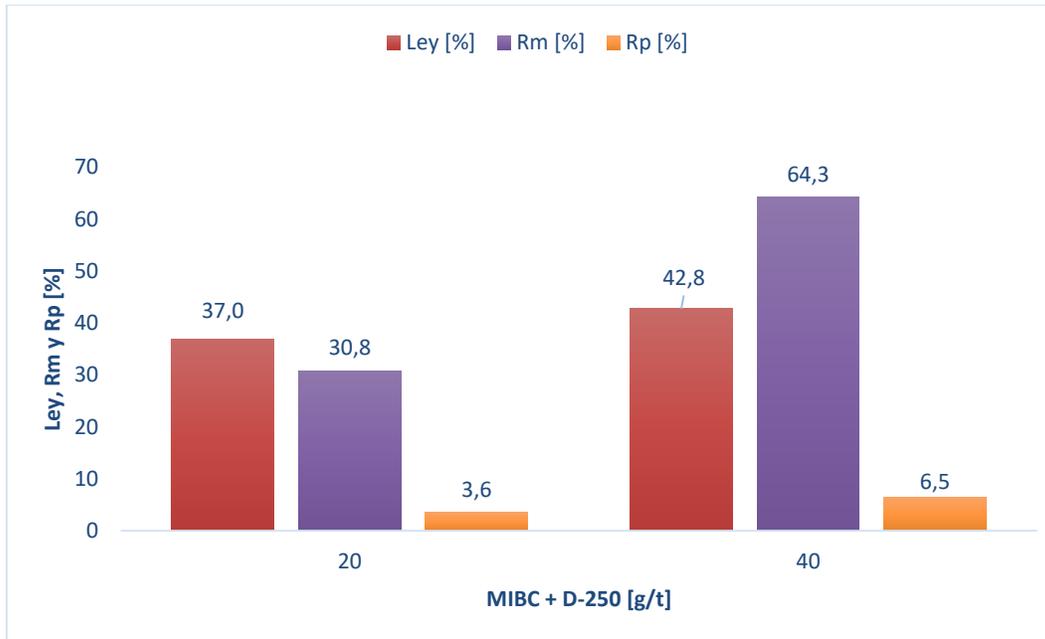


Figura 9. Recuperación y ley de pirita en función de la dosis de espumante, etapa rougher.

En la figura 9 se muestran las leyes y recuperaciones metalúrgicas y en peso de la primera, segunda prueba, manteniendo constante la dosis de colector a 40 [g/t] y variando el espumante entre 20 y 40 [g/t], el grafico nos indica que a medida que aumento la dosis de espumante la ley aumenta de 37% a 42,8% y la recuperación metalúrgica aumenta de 30,8% a 64,3%, además existe un aumento en la recuperación en peso de 3,6% a 6,5%. Como la ley y recuperación aumenta, lo que no debiera pasar según la teoría, se puede decir que la dosis de 20 [g/t] de espumante es insuficiente para los parámetros utilizados en esta prueba.

3. PRUEBAS PARA RECUPERAR FOSFORO DE LOS RELAVES

Esta tercera parte tiene como objetivo analizar la recuperación apatita contenidos en los relaves de hierro de la Compañía Minera del Pacífico por flotación en celda mecánica. Por lo cual se analizaron 61 muestras que corresponden al relave El trigo, con una ley de 1,8% de P_2O_5 .

El desarrollo del trabajo consistió en la caracterización del material, análisis granulométrico por tamizaje, análisis químico por colorimetría, análisis mineralógico cuantitativo QUEMSCAN, análisis composicional de granos seleccionados MEB, determinación del peso específico mediante el método del picnómetro y finalmente un proceso de concentración por flotación.

Las pruebas de flotación se realizaron con el reactivo Atrac 2600, con dosis de 400 g/t de Atrac y 400 g/t de silicato de sodio utilizado como dispersante, se alcanzó valores de 83,6% de recuperación metalúrgica y una ley de P_2O_5 de 23,5%.

También se realizaron pruebas de cinética con el objeto de determinar el tiempo óptimo de flotación, a través del criterio de Agar. Finalmente, las pruebas de flotación directa aplicadas a la muestra de relave de hierro, usando como colector Atrac 2600 y silicato de sodio, permitieron concluir que es factible la recuperación de fosfato y la obtención de un concentrado de apatita.

En la figura 8 presenta los resultados de porcentaje de distribución granulométrica de fósforo por malla. La figura muestra la distribución de P_2O_5 de acuerdo a su granulometría, se aprecia una alta presencia de las partículas de P_2O_5 menor a 400 mallas que alcanza un valor de 42,2% y 46,7% en peso. De igual forma al analizar el porcentaje de partículas de P_2O_5 sobre la malla 70 se alcanza un valor de 11,6% y 15% en peso, se debe mencionar que sobre la malla 70, se considera las mallas Tyler 12, 16, 20, 30, 40, 50, esto se debe a que al enviar a análisis estas no cumplían con el peso mínimo requerido, por lo que se decide enviar como intervalo granulométrico.

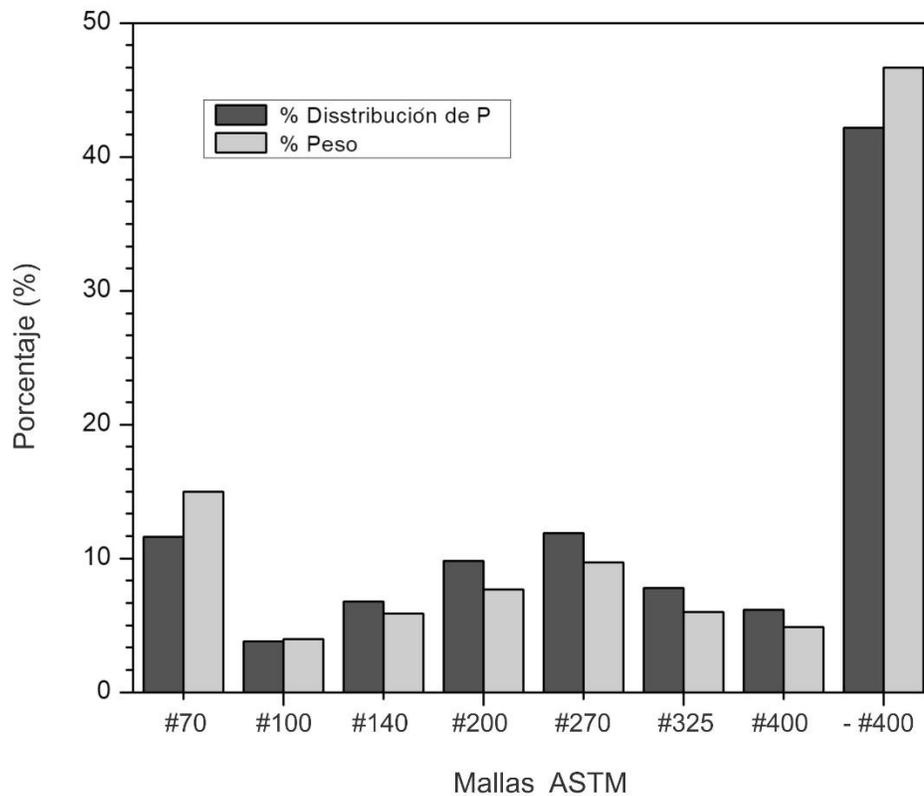


Figura 10. Distribución granulométrica y de fósforo en el relave de hierro

Las pruebas de flotación de fósforo fueron realizadas usando como colector oleato de sodio y Atrac 2600, como lo muestra la figura 9, en donde muestra la recuperación metalúrgica y ley de P_2O_5 , para diferentes dosificaciones de oleato de sodio (4000 y 5000 g/t) y Atrac 2600 (200, 300, 400 y 500 g/t) y además en los cuatro casos se utiliza 400 g/t de silicato de sodio.

En la figura se observa que en general la recuperación y dosificación tienen un comportamiento directamente proporcional, es decir, a medida que aumenta la dosificación a su vez también lo hace la recuperación.

Por otra parte, el mejor resultado para la ley de P_2O_5 se da a una dosificación de 400 g/t de Atrac y 400 g/t silicato de sodio, obteniendo un

valor de 23,5%, lo cual se considera un resultado bastante positivo según lo mencionado en los antecedentes teóricos.

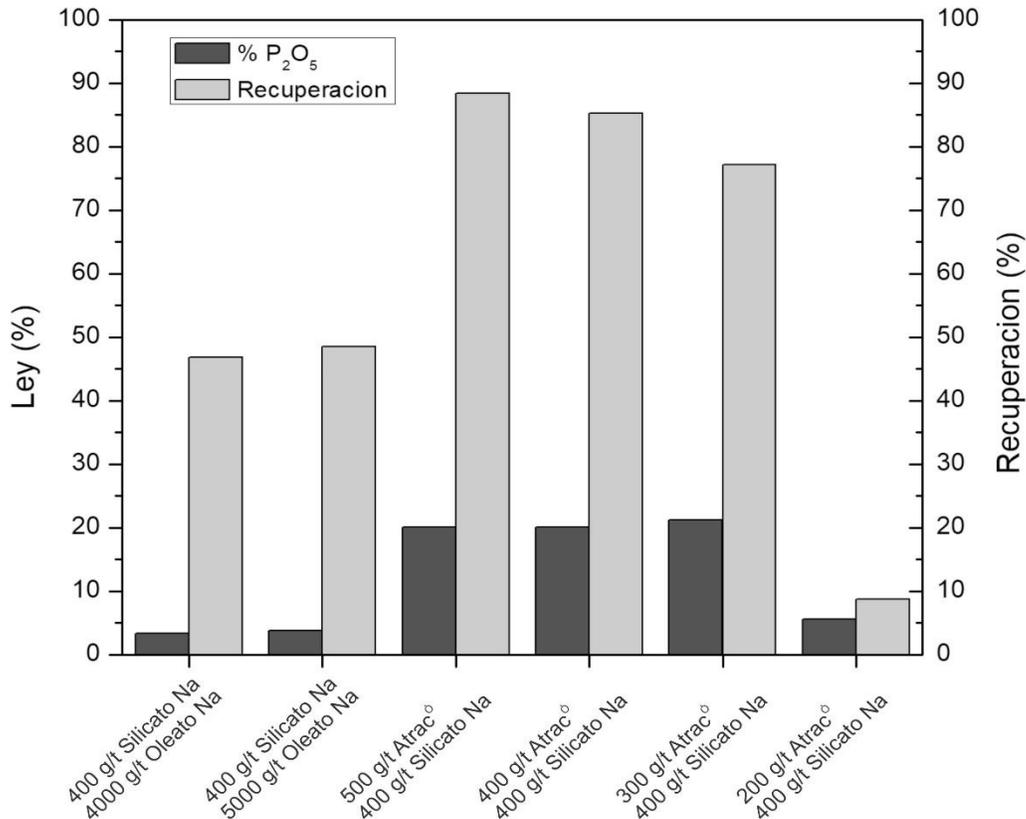


Figura 11. Efecto de la dosis de Atrac y oleato de sodio en la ley y recuperación P_2O_5

También fue estudiado la dosis de espumante en función la recuperación metalúrgica y ley de P_2O_5 . La figura 10 muestra, para diferentes dosis de espumante (10, 20, 30 y 50 g/t) usando 400 g/t de colector Atrac 2600.

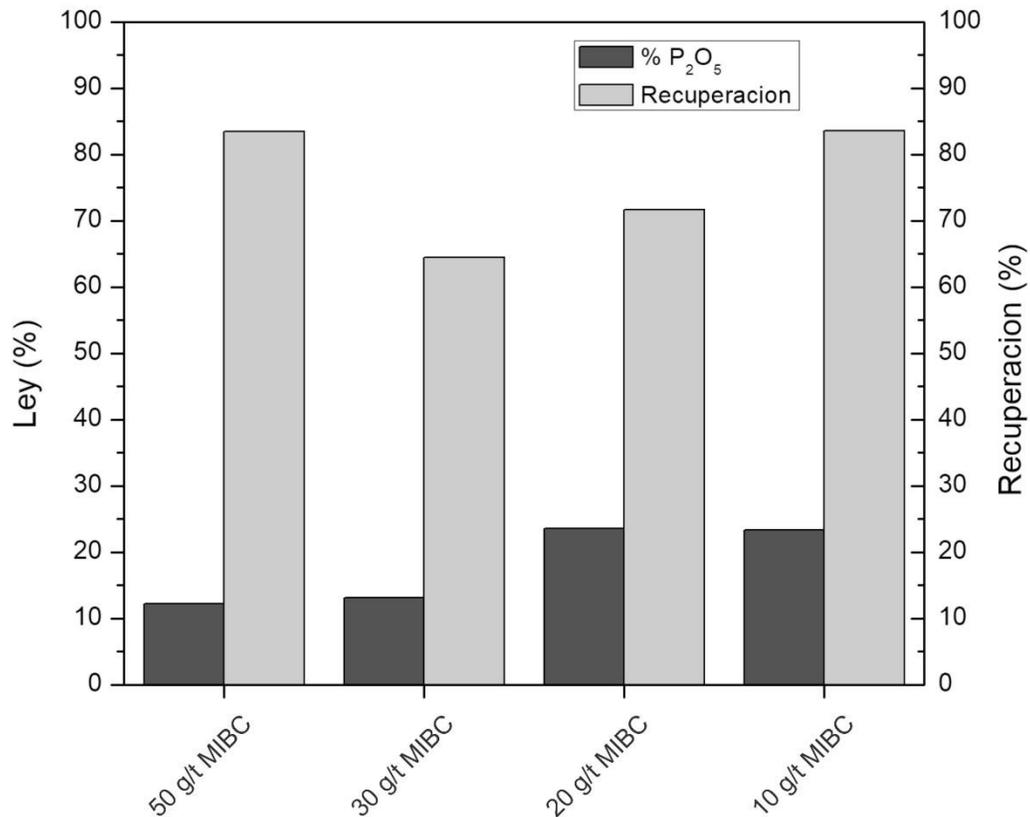


Figura 12. Efecto de la dosis de espumante MIBC en función de ley y recuperación de P₂O₅.

4. MINI PLANTA PILOTO

El objetivo de implementar esta mini planta continua, fue para comparar los resultados obtenidos a nivel Batch de laboratorio. Los resultados de los balances de masa de esta mini planta fueron comparados con los resultados obtenidos a escala de laboratorio, permiten indicar que la viabilidad de utilizar esta Mini planta piloto, puede sustituir a las plantas piloto convencionales.

La Mini Planta Piloto fue diseñada para opera con una capacidad entre 200 a 250 kg de muestra, con un flujo de alimentación de 10 a 15 kg/h, mientras las plantas pilotos convencionales requieren entre 20.000 a 100.000 kg, con flujos de alimentación entre 100 a 1.000 kg/h. Esta gran cantidad de



muestra requerida, hace necesario obtener un gran volumen de muestra que en esta fase del proyecto es innecesario por la incerteza en su viabilidad económica. En esta mini planta es posible trabajar con pequeñas muestras de sondajes, tornando posible evaluar muestras de diferentes tipos litológicos, de diferentes sectores como también de diferentes composiciones.

En esta mini planta de flotación, se puede diseñar diferentes diagramas de flujo de concentración. La velocidad de las celdas de flotación puede ser ajustada a las condiciones de operación. Los raspadores de espuma también ofrecen diferentes configuraciones de rotación.

Esta planta mini planta piloto es mostrada en las figuras 13, 14 y 15 y está conformada por:

- Un tanque acondicionador de alimentación para flotación de 100 litros
- Cuatro banco de 2 celdas para flotación rougher/cleaner/re-cleaner/scavenger de 3,5 litro por celda
- Tres acondicionadores de 5 litros para los traspaso de concentrado
- Un acondicionador de 30 litros, como alimentador a concentración magnética
- Dos concentradores magnéticos para tratar el relave de la flotación
- Bombas de reactivos con micro dosificación
- Bombas peristáltica para los traspaso de concentrado
- Bombas peristáltica para los traspaso de relave-



Figura 13. Vista general de la mini planta piloto



Figura 14. Celdas de flotación de la mini planta piloto.

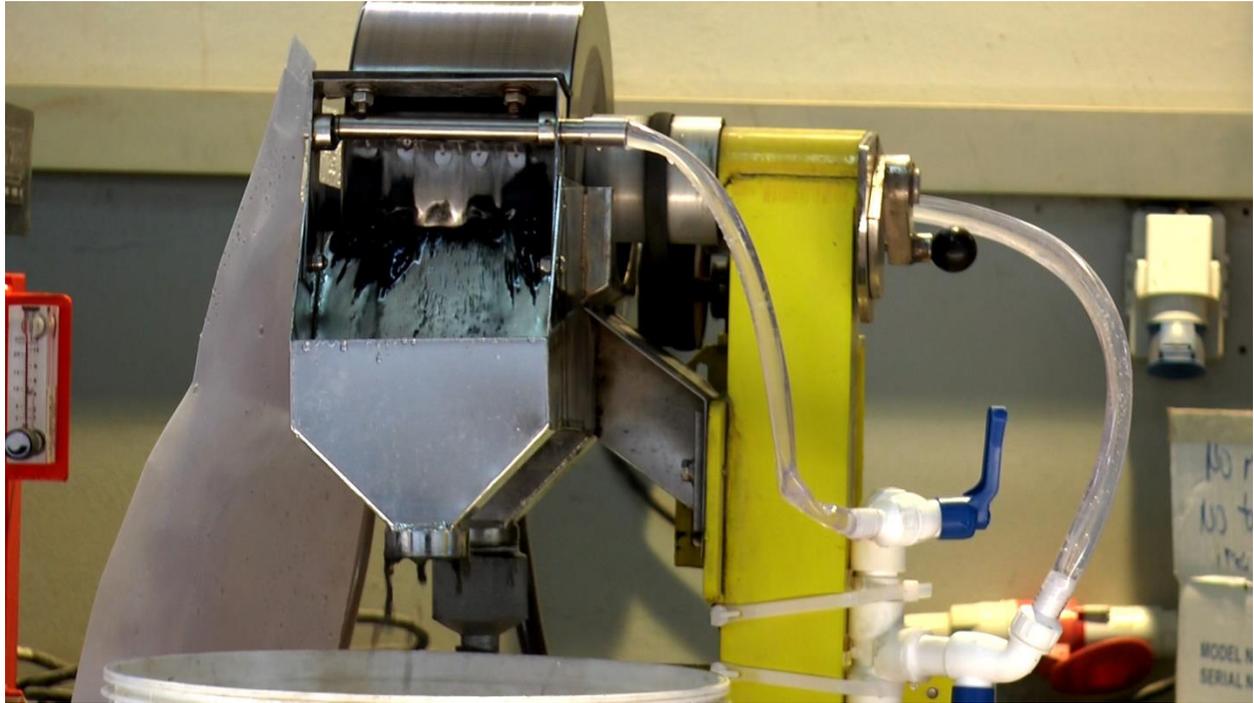


Figura 15. Concentrador magnético descargando magnetita

CONCLUSIONES



De la realización de este proyecto se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El análisis de las cinética rougher permitió fijar un tiempo de flotación de 10 minutos, en base a la recuperación metalúrgica de 92,8%, tiempo sobre el cual no existe un enriquecimiento sustantivo del concentrado producido. La cinética para la etapa scavenger permitió determinar un tiempo de flotación de 10 minutos. Los tiempos de flotación para la etapa cleaner y recleaner fueron de 10 y 3,6 minutos respectivamente.
- Es técnicamente factible obtener un concentrado con ley de 91,6% de pirita a partir del relave de cobre, por medio de un circuito cerrado rougher, scavenger, cleaner y recleaner con una recuperación global de 94,2% sin remolienda del concentrado.
- En cuanto a la recuperación de magnetita del relave usando concentración magnética, se puede obtener una recuperación metalúrgica de 44,8%, con una recuperación en peso de 14,9% y una ley de 46,8% de hierro. Al remoler este concentrado bajo 85% -325 mallas y concentrarlo magnéticamente se puede obtener un concentrado con una ley de 57,9% con una recuperación metalúrgica de 94,7%. El relave de la concentración magnética es sometido a una etapa de flotación para recuperar la pirita; se obtiene una recuperación de 75,4% con una ley de 46% de pirita.
- Con respecto a la recuperación de apatito del relave El Trigo, las pruebas realizadas señalaron que se debe utilizar silicato de sodio como dispersante (400 g/t), como colector el reactivo Atrac 2600 (400 g/t), obteniéndose un valor de 83,6% de recuperación metalúrgica y una ley de P_2O_5 de 23,5%, permitiendo concluir que es factible la recuperación de fosfato y la obtención de un concentrado de apatita.
- Un impacto ambiental positivo generado por este estudio si se llegase a producir concentrado de pirita, magnetita y apatito a gran escala, sería la disminución de un gran volumen de relave y por otra parte la pirita al no ser depositada en los relaves no se produciría aguas ácidas por acción



de las bacteria y la contaminación eólica que produce estos materiales almacenados.

PRINCIPALES LOGROS Y RESULTADOS DEL PROYECTO

Los principales logros que se alcanzaron en el desarrollo de este proyecto son los siguientes:

Mejora del capital humano de la región

En el desarrollo experimental del proyecto se trabajó con técnicos, como ayudantes de laboratorio. Estos adquirieron experiencia en la toma de muestras, técnicas de laboratorio, interpretación de datos etc. Estas experiencias les ayudarán en su futura carrera y ello fortalecerá el capital humano en la región.

Además la inclusión de alumnos de ingeniería Civil en Metalurgia, de poder ganar experiencia incorporándose en el proyecto de investigación, es un aspecto motivador que ayuda a mejorar los resultados académicos de más estudiantes si se consiguen más iniciativas de investigación desarrollados con estudiantes.

El material de laboratorio adquirido seguirá siendo utilizado en proyectos de docencia y de investigación aportando así calidad a la formación de los estudiantes de la Universidad de Atacama y mejorando así el capital humano de la región.

IMPACTO SOCIAL

La obtención de minerales diferentes a los actualmente producidos a partir de los relaves, contribuye a la diversificación de la minería de Atacama, independizando así la economía de los recursos actualmente explotados, y que apunten a un incentivo para la inversión en proyectos que incrementen la oferta laboral y fortalezcan la economía nacional explotando recursos no tradicionales.

El resultado final del proyecto aportará a una región fortalecida, con una tasa de desempleo menor, mayor capacidad de innovación e investigación aplicada, logrando mejorar los bajos niveles de competitividad actuales.

IMPACTO PRIVADO

Se dispondrá de información, que incluye localización, cuantificación y caracterización mineralógica de relaves económicamente explotables. Además se contará con el diseño de un diagrama de flujo innovador para la obtención de concentrados de minerales de valor a partir de los relaves. Por otro parte, el conocimiento generado y la infraestructura adquirida por la beneficiaria en este proyecto, impactará fuertemente en la formación de recursos humanos capacitados, prestación de servicios y asesorías en este nuevo tipo de procesos.

A mediano y largo plazo, la posibilidad de inversión en el sector, generará un impacto económico en el sector minero productivo con la introducción de nuevos productos, lo que ampliará la oferta de concentrados de la industria minera de nuestro país, aumentando y diversificando las exportaciones, contribuyendo así a la estabilidad de la economía regional y nacional

PUBLICACIONES EN REVISTAS INDEXADAS Y CONGRESOS.

Hasta el momento se han elaborado cinco publicaciones científicas en revistas indexadas, tres publicaciones en congresos. Sin embargo, hemos procesado y analizado más datos para elaborar al menos tres publicaciones más. Los detalles de las publicaciones científicas y en congreso son indicados a continuación.

Publicaciones en revistas

Valderrama, L., Gómez, O., Santander, M., Tapia, J. Recuperación de apatita desde relave en columna de flotación. Revista Información Tecnológica, 2020.

M. Santander, L. Valderrama. 2019. Recovery of pyrite from copper tailings by flotation. J. Mater. Res. Technol. 8(3) 4312-4317.



Valderrama, L., Oliva, J., Gómez, O. y Zazzali B. Recuperación de apatita de relave producido en la concentración magnética de hierro. Revista HOLOS, En prensa. 2019.

Valderrama, L., Pavez, O., Santander, M., Rivera, A., Guzmán, A., Soliz, A. Flotación de piritita contenida en los relaves de una planta concentradora de cobre de la Región de Atacama. Rev. LatinAm. Metal. Mat. 2019.

L. Valderrama; M. González; C. Plaza; B. Zazzali. 2018, Recuperación de cobre contenido en escoria de cobre mediante flotación. Revista HOLOS, V. 5, p. 40-50.

Publicaciones en congreso

L. Valderrama, K. Lobos, M. Santander, A. Soliz, A. Rivera, A. Guzmán. Recuperación de ortoclasa y cuarzo desde relave de cobre de la región de Atacama. Congreso SAM-CONAMET 2018.

L. Valderrama; J. Oliva; O. Gómez; P. Tapia; B. Zazzali. Caracterización y flotación de apatita contenidas en relave de hierro. Congreso SAM-CONAMET 2018.

L. Valderrama, M. Santander, D. Olguín, R. Gómez. 2017. Estudios de flotación de tierras raras contenidos en relaves de cobre. CONAMET/SAM, Copiapó/Chile.

Trabajo de título

Ariel Araya Gallardo. Factibilidad técnica de concentración de hierro magnético y pirítico del relave de cobre de planta cerrillos de COEMIN. 2019.

María Campbell Cortes. Flotación de sulfuros de hierro utilizando colectores tiolicos. 2019

Oscar Herrera Donoso. Evaluación de propiedades magnéticas en minerales de hierro para la estimación de recuperación en la concentración



magnética. 2019.

Carlos Riffo Contreras. Caracterización y flotación de apatita desde los relaves de la planta de pellets de CMP. 2019.

Javiera Oliva Acosta. Recuperación de apatita mediante flotación de los relaves de hierro de la Compañía Minera del Pacífico. 2018.

Rodrigo Vargas Anza. Flotación de pirita de relave de cobre de planta Manuel Antonio Matta Ruiz. 2018.

Katherine Lobos Correa. Caracterización de cuarzo y ortoclasa mediante potencial zeta y micro flotación. 2017.

Javier Jara Arevalo. Tratamiento para la recuperación de sílice contenido en los relaves de planta Manuel Antonio Matta Ruiz por medio de diferentes procesos metalúrgicos. 2017



CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO DIRECTO E INDIRECTO



Desde el punto de vista de aplicación de nuevas tecnologías, permitirá aplicar por primera vez un proceso de diversificación productiva, al reprocesar los relaves para recuperar las piritas contenidas en éstos. Este nuevo producto permitiría darle valor agregado a los minerales de cobre sulfurado que actualmente se procesan por flotación.

La implementación de este proyecto a nivel industrial necesariamente significará la instalación y puesta en marcha de una planta de tratamiento de relaves, generando nuevas fuentes de trabajo directo, a mediano y largo plazo, inicialmente en la Empresa Nacional de Minería ENAMI y posteriormente en otras empresas mineras, dependiendo del interés que ellas muestren, además se generará nuevas fuentes de empleos indirectos en empresas proveedoras de bienes y servicios.

Este proyecto también recuperará pirita magnetita y/o otros minerales contenidos en los tranques de relaves frescos y abandonados (pasivos ambientales), disminuyendo el impacto ambiental, por la posible nueva reubicación de éstos, en lugares alejados de la población y con menor impacto sobre el medio ambiente.

Desde el punto de vista ambiental

La implementación de este proyecto desde el punto de impacto social, una vez implementado a nivel industrial, será la incorporación del valor de la pirita a las tarifas de compra de minerales sulfurados de cobre que utiliza ENAMI, lo cual beneficiará en forma directa a los pequeños mineros,

A través de esta iniciativa, se generará información técnica sobre el proceso de recuperación de pirita y magnetita desde relave, obtenidos en el proceso de flotación de cobre, lo cual permitirá que se realicen transferencia tecnológica de este innovativo tratamiento metalúrgico.

A más largo plazo, después de finalizado este proyecto de obtención de concentrado de pirita y magnetita, el proceso podrá ser aplicado a todas las empresas mineras de la región y del país, lo que impactará fuertemente en el beneficio de minerales de cobre, permitiendo diversificar la producción minera, ya que se tendrá como subproducto concentrados de



pirita y magnetita, especies mineralógicas que actualmente son descartada en el tranques de relaves. Estos nuevos subproductos permitirán la generación de nuevos negocios y al mismo tiempo estará orientados a satisfacer la demanda nacional, disminuyendo la importación de pirita y posteriormente satisfacer la demanda internacional y vendiendo el concentrado de hierro a la CMP.

DESAFÍOS FUTUROS



Los tranques de relaves en la actualidad son considerados como un centro de problema, por los diversos daños ambientales, que se ven reflejados en recursos hídricos, biológicos, atmosféricos, socio-económicos y visuales; pero estos en la actualidad deben considerarse como activo ambiental, del cual se pueden extraer diversos minerales de valor que se encuentran contenidos en ellos y generar valor medible y tangible.

Con el nuevo término economía circular, un país que no utilice eficazmente los recursos mineros, no podrá generar un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. En este ámbito, el avance de los procesos tecnológicos y la necesidad de hacer cada vez más sustentable cualquier actividad económica han impulsado la ‘economía circular’, vale decir, nada se desecha, todo se transforma y genera nuevos productos de valor. Por lo cual nuestro país tiene un gran desafío cambio cultural, que significa, de pasar de una economía lineal basada en el **hacer-usar-desechar** a un modelo circular que permite el aprovechamiento y uso eficiente de recursos y que considera los desechos como un error de diseño.

En este contexto, este proyecto tiene su continuidad en desarrollar nuevos procesos extractivos, que permitan disminuir el volumen de relave, como también la recuperación eficiente de otros minerales de valor contenidos en los relaves que aportaran mayor ingreso por la venta de estos concentrados.



ANEXOS

ANEXO N° 01 “ESTUDIO DE MERCADO”

Las importaciones de pirita por nuestro país se han incrementado paulatinamente en los últimos años, por el mayor uso de esta de las empresas importadoras y los países de origen de sus embarques.

Para tal efecto, se desarrolla una visión de las importaciones chilenas de pirita sin tostar, registrando las empresas importadoras y de los principales países proveedores de sus demandas puntuales. Asimismo, se entregan detalles de precios, tipo específico de producto y modalidad de tales embarques.

Tabla 1. Principales países productores de pirita en toneladas x10³

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
China	5.300	5.400	4.580	5.150	4.360	4.400	4.400
Finlandia	338	330	347	353	556	384	470
Rusia	200	200	200	180	180	180	180
India	30	30	30	30	30	30	30
Venezuela	35	32	45	40	40	40	40
Total	5.903	5.992	5.202	5.753	5.166	5.034	5.120

Fuente: USGS 2019

Algunas de las conclusiones principales de este informe son que la demanda chilena de pirita sin tostar es pequeña en el contexto de la demanda global, siendo un grupo reducido de empresas las que realizan las importaciones de pirita sin tostar en el país, destacando en los últimos años.

Las importaciones de pirita sin tostar en los últimos 14 años se ha importado un volumen global de 21.000 toneladas, volumen que se concentró fundamentalmente en el año 2005, momento en el cual las importaciones provenientes desde Estados Unidos, Brasil, China, Sudáfrica, España y Perú alcanzaron puntualmente un orden de magnitud de 20.010 toneladas. Si se considera, sin embargo, el último cinco años, el volumen total de importaciones alcanza sólo a 239 toneladas.

Tabla 2. Toneladas y valor de importaciones de pirita sin tostar (2002 - 2016)



Año	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Toneladas	51	55	2.152	20.010	36	60	125
US\$	22.232	21.200	403.943	2.358.219	22.432	29.183	92.982
US\$/t	436	386	188	118	623	486	724

Tabla 2. Toneladas y valor de importaciones de pirita sin tostar (Continuación)

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Toneladas	57	90	133	100	43	27	60	19
US\$	38.863	68.055	130.842	64.155	31.104	25.433	37.988	11.343
US\$/t	682	756	986	642	723	1.229	633	597

Fuente: ProChile 2019

Las principales empresas importadoras son: Industria Balatas Cabal S. A.; Cristalería Toro S. A. I. C.; Geomaq limitada; BHP Chile Inc; Indekap Ltda.; Soc. Cont. Mineral El Abra; Minera Sur Andes Ltda.; Alfredo Valentín Guzmán; Juan Valdez Cairo; Nestor Lopez Ogalde.

Ahora bien, en lo referente a la pirita tostada, los limitados embarques de importación de este producto por parte de empresas instaladas en Chile, tal como Jenike y Johanson, no señalan una especificación más allá de su denominación genérica.

Considerando que, prácticamente, las importaciones chilenas de pirita se han concentrado en la pirita sin tostar, los productos específicos de mayor demanda han sido para su uso en la minería, la industria del vidrio y la industria de balatas.

En el caso de la industria minera, los productos más requeridos han obedecido a los siguientes tipos: grado técnico de granulometría inferior a 8 mm; pirita sin tostar de granulometría inferior a 6mm, pirita de granulometría inferior a 6mm concentración mínima azufre 40% para uso en minería y grado técnico sin tostar granulometría 2x50. Estos productos provienen principalmente desde Brasil y Perú.

En el caso de la industria del vidrio, los productos de mayor demanda se especifican como sigue: en polvo sin tostar iron20 mesh-50 de uso en industria del vidrio, y en polvo para la industria del vidrio, envasado en sacos. En ambos casos estos productos provienen de Estados Unidos.

Estudio de mercado y plan de negocio para la pirita

1. Antecedentes generales

Aquí se presenta un plan de negocios en un nivel de prefactibilidad para el caso de la pirita a ser eventualmente producida en Chile.

Para tal efecto, se desarrolla un planteamiento respecto de las dimensiones de mercado y técnica y de las dimensiones económica y estratégica de una empresa productora de pirita a partir de los relaves de cobre, definida como pequeña explotación minera en Copiapó, Región de Atacama - Chile.

La escala del negocio se establece a partir de la definición a priori de la incorporación de la empresa como proveedora de una fracción del mercado chino, en consideración de su calidad de principal mercado demandante mundial y, por otra parte, como substituidora parcial de las importaciones nacionales de este producto.

1.1. Dimensión de Mercado

Se plantea este análisis para el caso del mercado potencial para la pirita sin tostar a ser transada por una empresa de la pequeña minería chilena. Se elige la pirita sin tostar, ya que se trata de un producto que no exige mayores costos de procesamiento y transformación y porque se trata del producto de mayor volumen de transacción ligado con la explotación básica de este mineral.

1.1.1. Potencial de mercado internacional

El volumen importado anual de pirita tostada alcanza en la actualidad un nivel de 200.000 toneladas, siendo un 45% demandado por China, a un valor unitario de US\$ 100 por tonelada. En este contexto, si se pretende ingresar al mercado buscando realizar un negocio de volumen se debería competir en dicho mercado de destino.



1.1.2. Potencial de mercado nacional

En los últimos 14 años Chile ha importado un volumen global de 21.000 toneladas, volumen que se concentró fundamentalmente en el año 2002-2016, momento en el cual las importaciones provenientes desde Estados Unidos, Brasil y Perú, México alcanzaron puntualmente un orden de magnitud de 10.000 toneladas. Si se considera, sin embargo, si se consideran los últimos años, el volumen total de importaciones alcanza sólo a 249 toneladas.

En términos anuales, el volumen importado promedio de los últimos años es de 1.400 toneladas, lo cual indica que el volumen anual de importaciones nacionales de este producto es de una magnitud exigua respecto del volumen transado mundial (del orden de 200.000 toneladas).

El mercado nacional de demanda de pirita sin tostar es pequeño, de acuerdo con estas cifras, por tanto, respecto del negocio de sustitución de importaciones es posible realizarlo accediendo a una fracción del mercado nacional, desplazando a los proveedores principales: Brasil y Estados Unidos.

El valor unitario de importación de Chile muestra un nivel promedio en los últimos años de US\$ 650 por tonelada. Las importaciones de Brasil muestran los mayores valores unitarios promediando en el último quinquenio US\$ 740/t. En tanto, las importaciones desde EE. UU. promedian US\$ 560/t.

1.2. Elección de la mezcla mercado-precio-cantidad.

En virtud de los antecedentes registrados, es posible configurar a priori la eventual oferta inicial de una empresa en Chile, definiendo la siguiente mezcla de mercado:

Producto:	pirita sin tostar.
<u>Mercado Chino</u>	
Volumen en primer año:	18.000 t/año
Precio:	US\$ 100/t.
<u>Mercado Chileno:</u>	
Volumen:	40 t/año
Precio:	US\$ 700/t

1.3. Dimensión técnica

Las definiciones técnicas del proyecto son determinantes fundamentales de los costos de este. Se plantean fundamentalmente como resultado de la consulta directa al contratante.

Localización

Se plantea una explotación de pirita ubicada en la Región de Atacama Chile. La localización específica es: Planta M. A. Matta ubicada a 15 km de Copiapó y a 80 km del puerto de Caldera.

Escala

El volumen anual potencial se plantea en 43.200 toneladas aproximadamente, lo que excede la escala de mercado que pretende abastecerse, en el primer año. De tal manera que la escala de explotación responderá en el primer año de explotación a la demanda potencial que se pretende cubrir, es decir 18.040 toneladas, proyectándose su crecimiento como base en un 10% anual, hasta alcanzar en régimen (año 10) un volumen cercano a su máxima capacidad potencial de explotación (42.537 t).

Costo operacional unitario

Se plantea un costo unitario de US\$ 15/t para este caso, asumiendo cifras referenciales de la industria pequeña y mediana en Chile e información proporcionada por la empresa.

Equipamiento

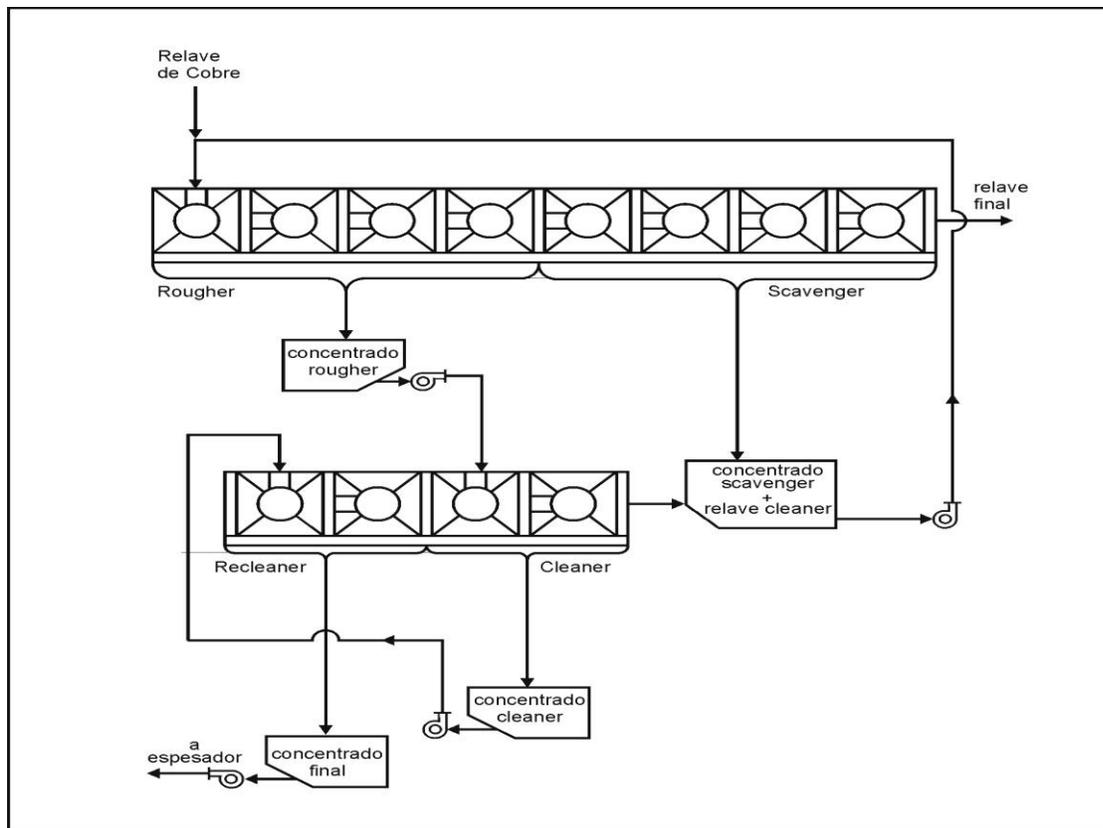
El equipamiento necesario para la puesta en marcha de la explotación incluye los siguientes ítems, de acuerdo con la información proporcionada por ENAMI:

- Instalación Agua y Energía Eléctrica
- Bomba pulpa 6"x4"
- Acondicionador de pulpa
- Bomba Pulpa 3"x4"
- Celdas Flotación 8,5 m³
- Celdas Flotación 2,8 m³

- Espesador
- Filtro

Proceso productivo

El proceso productivo es representado referencialmente a través del siguiente diagrama de flujo. El circuito de flotación está compuesto por cuatro biceldas para la etapa rougher y cuatro para la etapa scavenger de 8,5 m³ de capacidad. El circuito de limpieza está compuesto por dos celdas para la etapa cleaner y dos para el recleaner de 2,8 m³ de capacidad.



El traspaso de los concentrados de una etapa a otra se realiza mediante bombas de pulpa, así como el relave final del circuito de flotación de pirita es descargado y enviado al tranque de relave también es realizado mediante una bomba de pulpa.



1.3. Dimensión económica financiera

Antecedentes de la situación de base

En esta sección se realiza un ejercicio de evaluación en el nivel de prefactibilidad de la viabilidad económica de la instalación de una empresa mediana de producción de pirita sin tostar en Copiapó, Región de Atacama.

a. Portafolio de productos

El producto que la empresa producirá y venderá será:

- Pirita sin tostar, código arancelario 25020000

Se considera que la producción de pirita sin tostar será destinada a abastecer vía exportación directa principalmente el mercado de China y secundariamente el mercado nacional.

b. Escala de producción

Se plantea una escala inicial de producción de 18.000 toneladas destinadas a mercado chino y 40 toneladas al mercado interno. Sobre la base de esta estimación y suponiendo una tasa de crecimiento de 10% anual en las ventas, se pretende alcanzar a la altura del año 10 un volumen de ventas levemente inferior a la capacidad potencial de producción de 43.200 toneladas.

c. Programa de producción

Se plantea un abastecimiento constante de la demanda anual, a tasa constante de un 10% anual, lo cual ampliará la oferta desde 18.040 toneladas en el año 1 hasta 42.537 toneladas en el año 10, horizonte de esta evaluación.

d. Constitución del flujo de caja

Esta sección se sustenta la construcción de una proyección del presupuesto de flujo de caja que originará este negocio en la empresa como centro definido de ingresos y egresos. Tras calcular la evolución estimada



del flujo de caja puro (sobre el supuesto de que se dispone del capital de inversión), se evalúan los resultados de la proyección económica, sobre la base del cálculo de los indicadores de rentabilidad del proyecto.

Se plantean como consideraciones y supuestos básicos para el desarrollo del flujo de caja proyectado los siguientes aspectos:

- El flujo se plantea en miles de US\$. Para efectos de considerar su paridad de poder adquisitivo se supone un tipo de cambio nominal bastante pesimista en este informe de \$ 457/US\$ y un valor de UF de \$ 21.943.
- No se consideran efectos inflacionarios, planteándose el flujo como real expresado en miles de US\$.
- El horizonte del proyecto se restringe a 10 años, suponiendo que la incidencia de flujos posteriores será marginal para la determinación de la viabilidad económica del negocio.
- Se considera la aplicación de una perpetuidad del flujo estabilizado del año 9, considerando la extensión del proyecto más allá del horizonte de su horizonte de evaluación.
- No se consideran partidas destinadas a cubrir imprevistos, ya que se supone que la gestión que se plantea los internaliza y están representados en la tasa de descuento del proyecto, como parte de su riesgo implícito.
- Los precios de los productos del proyecto expendidos nacionalmente, así como los costos de adquisición de los principales insumos y bienes de capital para el proceso de producción, se consideran netos sin adición de IVA.
- Tasa de descuento: se estima en un 10%.

e. Ingresos afectos a impuestos

Estos corresponden a los ingresos por ventas a nivel de planta de producción del siguiente volumen anual.

Se proyecta la exportación de pirita sin tostar por parte de la empresa hacia el mercado de China iniciándose en el año 1 con 18.000 toneladas un precio FOB de US\$ 100/t, totalizando por este concepto un monto inicial de US\$ 1.800.000 el cual progresará según la proyección de crecimiento de volumen (10% anual), manteniendo fijo el precio, hasta alcanzar US\$ 4.244.306 en el año 10. En el caso de la producción destinada al mercado nacional, ésta se valora a un precio estable de US\$ 700/t, proyectándose sus ingresos desde US\$ 28.000 en el año 1 hasta US\$ 66.023

en el año 10. Por tanto, en el horizonte de evaluación la explotación originará potencialmente US\$ 4.310.328/año.

f. Egresos afectos a impuestos

- Costos de personal

De acuerdo con la estimación para la concentración de la pirita por flotación se requerirá de un equipo compuesto por 12 personas. Se estima como promedio que la remuneración de cada uno de estos operarios alcanzara a 3.000 dólares mensuales. Con esto se estima un costo anual por este concepto de 432 mil dólares anuales.

- Costos operacionales

En esta evaluación se supondrá que los costos operacionales de la explotación serán de US\$ 15/t de pirita sin tostar. Esto incluirá sus costos fijos y variables de procesamiento, envasado y transporte a mercados (en puerto de origen, en el caso de las exportaciones hacia China).

- Costo de administración y ventas

Se estima un monto equivalente al 15% del valor anual de ventas, como costo asociado a trámites administrativos.

g. Gastos no desembolsables

- Depreciación de infraestructura y maquinaria

El monto anual de la depreciación se estima de acuerdo con el método de depreciación lineal. Para este caso se estima una cuota de depreciación anual fija equivalente al 10% del monto invertido en activos fijos tales como infraestructura y maquinaria. La depreciación se desarrolla linealmente, a partir del momento cero, con un valor residual nulo al finalizar su vida útil.



h. Impuesto a las utilidades

Corresponde a un tributo obligatorio para las empresas en Chile. Se calcula como un 19% sobre el resultado bruto anual. Para efectos de simplificación, en el caso de que el resultado bruto sea negativo, se supondrá la exención del pago de dicho tributo.

i. Ajuste de Gastos no desembolsables

- Ajuste Depreciación

Su cálculo se describe en el punto referente a gastos no desembolsables, sin embargo, en este caso se le plantea como ajuste por gastos no desembolsables, para explicitar su efecto neto de ahorro tributario. Es decir, el valor total de cuotas de depreciación antes descontado se vuelve a sumar, tras la aplicación del impuesto.

j. Egresos no afectos a impuestos

- Inversión física:

Se estima el valor de esta inversión en US\$ 966.000, considerando la información de compras de equipos. Las partidas de inversión se presentan en la siguiente tabla.

Partida de Inversión	Valor estimado (US\$)
Terreno	166.666
Infraestructura	300.000
Maquinaria	500.000
SUBTOTAL	966.666

- Inversión en capital de trabajo:

Con el objetivo de cubrir el déficit de ingresos del primer año del proyecto, se ha estimado un monto de capital de trabajo que compense sus egresos desembolsables (es decir, sus costos, excluyendo el monto correspondiente a las depreciaciones). Este monto se estima como el 50% de los egresos desembolsables del primer año, suponiendo que se cubrirá un período de 6 meses de funcionamiento de la empresa, durante los cuales

no se producirán ingresos por ventas. En este caso, dicho monto se valora en US\$ 272.400.

k. Ingresos no afectos a impuestos

- Recuperación del capital de trabajo

Convencionalmente, se estima necesario que el proyecto retorne al momento de finalizar el capital de trabajo que fue necesario cuando la empresa iniciaba su operación o para cubrir sus vacíos de caja, por el rezago de ingresos. Se obtiene de la suma simple de los flujos de capital de trabajo, compensando su calidad de egresos iniciales, como ingresos finales.

- Valor de desecho

Corresponde al valor de las inversiones en infraestructura y maquinaria, tras su depreciación. Se considera para tal efecto sus valores de libro al año 10, incluyéndose el efecto neto de la depreciación sobre los activos depreciables del proyecto. El terreno no se deprecia, por tanto, su valor se recupera totalmente al año 10.

- Actualización de flujo perpetuo

Se supone que el proyecto continuará redituando ingresos más allá de su horizonte de evaluación, por lo tanto, los ingresos futuros se actualizan como perpetuidad, tomando como base el flujo neto de caja del año 9 y dividiéndolos por la tasa de descuento planteada para esta evaluación (10%).

- Resultados de la evaluación económica

Los indicadores de resultado que revelan la viabilidad del proyecto en la situación base corresponden a un VAN10% de US\$ 13,96 millones, en tanto la TIR se sitúa en 75%. Para mayor detalle, véase el flujo de caja correspondiente en la tabla 1.



Tabla 1. Flujo de caja proyectado.

Flujo de caja Proyecto Pirita

Cifras expresadas en Miles de US\$

PARTIDA/ANO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos tributables											
Ingresos mercado chino	0	1.800	1.980	2.178	2.396	2.635	2.899	3.189	3.508	3.858	4.244
Ingresos por ventas mercado nacional	0	28	31	34	37	41	45	50	55	60	66
Subtotal Ingresos		1.828	2.011	2.212	2.433	2.676	2.944	3.238	3.562	3.918	4.310
Egresos tributables											
Costos de personal	0	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432
Costos operacionales	0	271	298	327	360	396	436	479	527	580	638
Costos de administración y ventas	0	274	302	332	365	401	442	486	534	588	647
Gastos no desembolables											
Depreciación		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Subtotal Egresos		1.057	1.111	1.171	1.237	1.310	1.389	1.477	1.574	1.680	1.797
Utilidad bruta		771	900	1.041	1.196	1.367	1.555	1.761	1.989	2.239	2.514
Impuesto (17%)		131	153	177	203	232	264	299	338	381	427
Utilidad neta		640	747	864	993	1.134	1.290	1.462	1.651	1.858	2.086
Ajuste de gastos no desembolsables											
Depreciación		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Egresos no tributables											
Inversión Terreno	167										
Inversión Infraestructura	300										
Inversión Maquinaria	500										
Inversión en capital de trabajo	272										
Ingresos no tributables											
Recuperación del capital de trabajo											272
Valor de desecho											167
Actualización flujo perpetuo											19.381
FLUJO DE CAJA	-1.239	720	827	944	1.073	1.214	1.370	1.542	1.731	1.938	21.986
VAN(10%) en Miles de US\$	13.965										
TIR (%)	75%										

El proyecto revela ser viable económicamente en el margen, de acuerdo con los indicadores obtenidos.

Análisis de sensibilidad:

Se procede a realizar un análisis parcial de la sensibilidad de este proyecto de negocio, sobre la base de un análisis unidimensional de Hertz, el cual determina los valores mínimos o máximos de ciertas variables críticas del presupuesto de caja del proyecto, en la situación de rentabilidad nula o límite de viabilidad económica (VAN descontado igual a 0).

En el caso de esta evaluación se eligen variables críticas:

- Costo operacional unitario, definido en la situación base como US\$ 15/t.
- Costo de personal unitario: US\$ 3.000/persona mensual promedio.
- Precio de venta hacia el mercado de China, planteado en la situación base como US\$ 100/t.
- Precio de venta hacia el mercado de Chile, planteado en la situación base como US\$ 700/t.
- Volumen de ventas hacia el mercado de China en el año 1, establecido en la situación base como 18.000 t/año.
- Volumen de ventas hacia el mercado nacional en el año 1, establecido en la situación base como 40 t/año.
- Tasa de crecimiento anual en la proyección de ventas totales y costos operacionales, definida en un 10% anual sostenida a través del horizonte del proyecto.
- Inversión en maquinaria, establecida en la situación base como US\$ 500.000.
- Inversión en infraestructura, definida en la situación base como US\$ 300.000.

Respecto de cada una de las variables críticas en forma parcial, es decir con independencia de comportamiento del resto de estas variables, se presentan sus valores mínimos o máximos determinantes para alcanzar un nivel de VAN descontado nulo, a saber:

- Costo operacional unitario máximo: US\$ 67/t. El proyecto soportaría hasta este nivel de costo unitario, de mantenerse constantes el resto de los parámetros de la evaluación.



- Costo de personal unitario máximo: US\$ 14.684/persona mensual promedio. El proyecto soportaría hasta este nivel de costo mensual por persona considerando un equipo de 12 personas, de mantenerse constantes el resto de los parámetros de la evaluación.
- Precio de venta mínimo hacia el mercado de China: US\$ 36/t. Este sería el precio mínimo de soporte de la viabilidad del proyecto, ceteris paribus el resto de los parámetros.
- Precio de venta mínimo hacia el mercado de Chile: -US\$ 27,92 /kg. Este valor negativo indica que el precio de venta hacia el mercado nacional no define la viabilidad del proyecto, ceteris paribus el resto de los parámetros de evaluación.
- Volumen de ventas mínimo hacia el mercado de China en el año 1: 4.022.788 kg/año. Este volumen sería el mínimo para acceder a la viabilidad del proyecto, de mantenerse constantes el resto de las variables críticas.
- Volumen de ventas mínimo hacia el mercado nacional en el año 1: - 1.368.894 kg/año. Este valor negativo indica que el volumen base de ventas hacia el mercado nacional no define la viabilidad del proyecto, ceteris paribus el resto de los parámetros de evaluación.
- Tasa de crecimiento anual mínima en la proyección de ventas totales y costos operacionales: -17,6% anual sostenida a través del horizonte del proyecto. Este valor negativo plantea que la tasa de crecimiento no define la viabilidad del proyecto, ceteris paribus el resto de los parámetros de evaluación. El proyecto podría mantener sus ventas del primer año con crecimientos leves o incluso decrecimientos a través del horizonte de evaluación sin quedar en situación de inviabilidad económica.
- Valor máximo de inversión en maquinaria: US\$ 17.325.368, ceteris paribus el resto de los parámetros del proyecto. La inversión en maquinaria podría aumentar sustancialmente, sin limitar la viabilidad del proyecto, si el resto de los parámetros críticos se mantienen estables.
- Valor máximo de Inversión en infraestructura; US\$ 17.125.368. La inversión en infraestructura podría aumentar sustancialmente, sin limitar la viabilidad del proyecto, si el resto de los parámetros críticos mantienen valores estables.



1.4. Dimensión estratégica del negocio

Análisis industrial de Porter.

Para abordar primariamente la dimensión estratégica del negocio de la pirita sin tostar, se utilizará el Análisis de las Cinco Fuerzas desarrollado por Michael Porter. Este análisis permite determinar la intensidad competitiva, así como la rentabilidad de un negocio permitiendo entender la dinámica entre las fuerzas de negociación de Clientes, Proveedores, Amenazas de Sustitutos, Amenaza de Ingreso de Nuevos Competidores y la propia Rivalidad que se desarrolla entre los competidores actuales, si es que estos existen.

Las distintas Fuerzas y sus parámetros de análisis se puntualizan en una matriz, donde cada parámetro es evaluado en una escala de cinco niveles entre los valores extremos. Por ejemplo, si los valores extremos son Lento/Rápido, la graduación será: Muy Lento, Medianamente Lento, Neutro o Regular, Medianamente Rápido y Muy Rápido. El primer valor extremo corresponderá al de una industria de bajo atractivo y el segundo a una de gran atractivo, el cual puede visualizarse en el cuadro resultante como MPA:Muy Poco Atractiva, PA:Poco Atractiva, N:Neutro, A:Atractiva, MA:Muy Atractiva.

Para este caso, el desarrollo de esta matriz se presenta en la tabla 2.



Tabla 2. Matriz de análisis de Porter. Caso: Piritita sin tostar.

Intensidad de la Rivalidad	BAJA-MEDIA	MPA	PA	N	A	MA	
Parámetro	Valores Extremos						Valores Extremos
Crecimiento de la Industria	Lento						Rápido
Número de Competidores	Muchos						Pocos
Diversidad de Competidores	Elevada						Baja
Costos Fijos Elevados	Elevados						Bajos
Intereses Estratégicos	Grandes						Bajos
Diferenciación de Producto	Baja						Alta
Incrementos Importantes de Capacidad	Pequeños						Grandes
Barreiras de Salida:							
Especialización de Activos	Elevada						Baja
Costos Fijos de Salida	Elevados						Bajos
Restricciones Gubernamentales	Elevadas						Bajas

Amenaza de Ingreso de Nuevos Competidores	ALTA-MEDIA	MPA	PA	N	A	MA	
Parámetro	Valores Extremos						Valores Extremos
Barreiras de Entrada:							
Economías de Escala	Pequeña						Grande
Diferenciación de Producto	Baja						Alta
Requisitos de Capital	Bajos						Elevados
Costos de Cambio del Cliente	Bajos						Elevados
Acceso a Canales de Distribución	Amplio						Restringido
Ventajas Absolutas de Costo:							
Tecnología/Producto	Inexistente						Existente
Acceso Favorable a Materias Primas	Amplio						Restringido
Ubicación Favorable	Irrelevante						Importante
Subsidios Gubernamentales	Inexistente						Existente
Curva de Aprendizaje	Irrelevante						Importante
Política Gubernamental:							
Protección a la Industria	Desfavorable						Favorable
Regulación	Desfavorable						Favorable
Propiedad Extranjera	Limitada						Ilimitada
Represalia Esperada:	Alta						Baja



Tabla 2. Matriz de análisis de Porter. Caso: Piritita sin tostar. (continuación).

Poder de Negociación de Proveedores	BAJA-MEDIA	MPA	PA	N	A	MA	
Parámetro	Valores Extremos						Valores Extremos
Cantidad de Proveedores Importante	Pocos						Muchos
Disponibilidad de Sustitutos	Restringida						Amplia
Costos de Cambio de Proveedor	Elevado						Bajo
Amenaza de Integración hacia delante	Elevada						Baja
Contribución a la Calidad del Producto	Elevada						Baja
Impacto en los Costos Totales	Grande						Pequeño
Importancia de la Industria para rentabilidad del proveedor	Pequeña						Grande

Poder de Negociación de Clientes	MEDIA	MPA	PA	N	A	MA	
Parámetro	Valores Extremos						Valores Extremos
Cantidad de Clientes	Pocos						Muchos
Disponibilidad de Sustitutos	Amplia						Restringida
Costos de Cambio del Cliente	Bajos						Altos
Amenaza de Integración hacia delante	Baja						Elevada
Amenaza de Integración hacia Atrás	Elevada						Baja
Contribución a la Calidad del Producto del Cliente	Alta						Baja
Contribución al Costo de los Clientes	Alto						Bajo
Sensibilidad al Precio	Baja						Alta

Presión de Productos Sustitutos	MEDIA	MPA	PA	N	A	MA	
Parámetro	Valores Extremos						Valores Extremos
Disponibilidad de Sustitutos	Amplia						Restringida
Costos de Cambio del Cliente	Bajos						Altos
Precio/Valor de los Sustitutos	Bajo						Elevado
Agresividad del productor de sustitutos	Elevada						Baja
Propensión de Clientes a sustituir	Elevada						Baja

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del análisis de Porter.

La industria de la pirita sin tostar en Chile conforma un espacio limitado donde es relativamente simple entrar y de mayor complejidad salir. No existen proveedores nacionales importantes en la industria.

No obstante, la industria se observa atractiva para potenciales nuevos interesados considerando que es un mercado en fase embrionaria, la relativamente favorable política gubernamental y que una principal barrera de ingreso, la disponibilidad de capital, en este caso no se presenta como una barrera importante para los grandes conglomerados industriales que participan en la minería chilena. Quizás la gran barrera de entrada al negocio se encuentra en su alto costo de oportunidad, dado el marco de opciones existente en la industria minera actual en Chile.

Los proveedores presentan un bajo poder de negociación, situación relativamente inversa a la que ocurre en el ámbito de los clientes, cuyo poder es intermedio. A pesar de que la pirita sin tostar se trata de un bien no diferenciado, existen acciones posibles de efectuar para lograr un mayor poder negociador hacia los clientes, entre las cuales cabe mencionar la diferenciación (por calidad del producto u otro concepto). Por otro lado, la presión de productos sustitutos se considera alta e impone una fuerte necesidad de defender posición y tomar iniciativas en materia de promoción del uso de la pirita, de mejoramiento y sustentabilidad del proceso industrial y en la gestión.

Considerando que la industria tiene restricciones o limitantes en mejorar su posición en el ámbito de clientes y considerando, además, que existe la posibilidad de una negociación relajada por el lado de los proveedores de factores e insumos, una de las fuentes principales de margen estará en sostener negociaciones permanentes con éstos últimos, fundamentalmente proveedores de fuerza de mano de obra, insumos básicos y bienes de capital.

Otra fuente de viabilidad proviene del aumento de productividad en los procesos, para lograr aumentar el volumen de producción con el menor costo de explotación, aprovechando el precio dado.

En términos generales se trata de un negocio relativamente atractivo, que puede mostrar crecimiento y márgenes operacionales no necesariamente altos, pero que para operaciones de mediano a alto volumen puede ofrecer beneficios recurrentes.



La clave del negocio se centra en el control de costos, en aprovechar y expandir la eficiencia en los procesos y en la optimización de volúmenes de producción.



Conclusiones al Estudio de Mercado

- En virtud de los antecedentes del mercado internacional y nacional para la pirita sin tostar, se plantea la selección de la siguiente mezcla mercado-volumen-precio, para referenciar el plan de negocios de una explotación minera de pirita:
 - Mercado Chino: 18.000 toneladas a US\$ 100/t (en año 1)
 - Mercado Chileno: 40 toneladas a US\$ 700/t (en año 1)
- La escala de explotación responderá en el primer año de explotación a la demanda potencial que se pretende cubrir, es decir 18.040 t, proyectándose su crecimiento en un 10% anual.
- En el horizonte de evaluación (año 10) se proyecta que la explotación originará potencialmente US\$ 4,3 millones/año, por concepto de la venta de aproximadamente 43 mil toneladas.
- Los indicadores de resultado que revelan la viabilidad del proyecto en la situación base corresponden a un VAN10% de US\$ 14 millones aproximadamente, en tanto la TIR se sitúa en 75%.
- Las principales variables críticas en un análisis parcial de sensibilidad de este proyecto son:
 - a) Costo operacional unitario máximo: US\$ 67/t.
 - b) Costo de personal unitario máximo: US\$ 14.684/persona mensual promedio, considerando un equipo de 12 personas.
 - c) Precio de venta mínimo hacia el mercado de China: US\$ 0,036/kg.
 - d) Volumen de ventas mínimo hacia el mercado de China en el año 1: 4.023 t/año.
- El valor total de inversión podría aumentar en aproximadamente sustancialmente, respecto de una base de US\$ 1,2 millones, sin limitar la viabilidad del proyecto, en la condición de que el resto de los parámetros críticos de este proyecto se mantuvieran estables.
- Desde una perspectiva estratégica, se observa que la producción y exportación de pirita sin tostar constituye un negocio relativamente atractivo, que puede mostrar crecimiento y márgenes operacionales no necesariamente altos, pero que para operaciones de mediano a alto volumen puede ofrecer beneficios recurrentes.
- La clave del negocio se centra en el control de costos, en aprovechar y expandir la eficiencia en los procesos y en la optimización de sus volúmenes de producción.

Anexo “Resumen de Gastos Ejecutados”.

En la siguiente tabla se presenta un detalle general de los montos adjudicados por el proyecto, montos transferidos, gastos ejecutados y saldo final, el cual corresponde a \$18.469.311 del monto total adjudicado y transferido. De acuerdo a esta información se puede apreciar que financieramente el proyecto se ejecutó en un 86.68%.

RESUMEN EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA	
MONTO	\$140.338.000
MONTO TRANSFERIDO	\$140.338.000
GASTO	\$121.868.689
SALDO (DEL TOTAL)	\$18.469.311
SALDO (DEL TOTAL)	\$18.469.311

Finalmente, se presenta un detalle de la evolución de los gastos del proyecto por ítem y por mes, que representa las rendiciones realizadas durante toda la vigencia del proyecto.

TITULO III Rendición de Fondos Entregados a Terceros Públicos

I.- IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O ENTIDAD QUE TRANSFIRIÓ LOS RECURSOS

DÍA / MES / AÑO
Octubre de 2019

a) Nombre del servicio o entidad otorgante: GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA

II.- IDENTIFICACIÓN DEL SERVICIO O ENTIDAD QUE RECIBIÓ Y EJECUTÓ LOS RECURSOS

b) Nombre del servicio o entidad receptora: UNIVERSIDAD DE ATACAMA RUT: 71.236.700-8

Monto total transferido moneda nacional (o extranjera) a la fecha Monto en \$ o US\$*
140.338.000
 Banco o Institución Financiera donde se depositaron los recursos BANCO DE CREDITO E INVERSIONES (BCI)
 N° Cuenta Bancaria 14088088
 Comprobante de ingreso Fecha 07/11/2017 N° comprobante 2017110005
 Comprobante de ingreso Fecha 28/06/2018 N° comprobante 2018060005
 Comprobante de ingreso Fecha 30/05/2019 N° comprobante 2019050009

Objetivo de la Transferencia Desarrollo de tecnología innovadora para la producción de concentrados de minerales de valor económico contenidos en relaves de cobre de la Región de Atacama

N° de identificación del proyecto o Programa Código BIP 30486489-0

Antecedentes del acto administrativo que lo aprueba:	N°	335	Fecha	28-09-2017	Servicio	Gobierno Regional de Atacama
Modificaciones	N°	29	Fecha	17-04-2019	Servicio	Gobierno Regional de Atacama
Modificaciones	N°	424	Fecha	20-08-2019	Servicio	Gobierno Regional de Atacama

	Subtitulo	Item	Asignación
Item Presupuestario	33	3	312
O Cuenta contable			

Fecha de inicio del Programa o proyecto	28	9	2017
Fecha de término	31	10	2019
Período de rendición	Cierre de Proyecto		

III.- DETALLE DE TRANSFERENCIAS RECIBIDAS Y GASTOS RENDIDOS DEL PERÍODO

MONTOS EN \$

a) Saldo pendiente por rendir del período anterior	\$ 140.338.000
b) Transferencias recibidas en el período de la rendición	\$ 0
c) Total Transferencias a rendir	\$ 140.338.000 (a + b) = c
2. RENDICIÓN DE CUENTA DEL PERÍODO	
d) Gastos de Operación	\$ 11.007.389
e) Gastos de Personal	\$ 27.234.928
f) Gastos de Inversión	\$ 83.626.372
g) Total recursos rendidos	\$ 121.868.689 (d + e + f) = g
h) SALDO PENDIENTE POR RENDIR PARA EL PERÍODO SIGUIENTE	\$ 18.469.311 (c - g)

IV.- DATOS DE LOS FUNCIONARIOS RESPONSABLES Y QUE PARTICIPARON EN EL PROCESO

Nombre del Funcionario **Marino Zepeda Zepeda**
 RUT **15.869.395-K**
 Cargo **Analista de Seguimiento y Control**
 Dependencia **Universidad de Atacama - DPI**

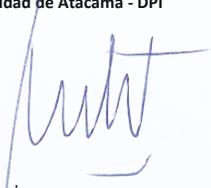
Nombre del Funcionario **Luis Valderrama Campusano**
 RUT **5.529.502-6**
 Cargo **Director de Proyecto**
 Dependencia **Departamento de Metalurgia**



 Marino Zepeda Zepeda
 Firma y nombre del responsable de la Rendición


 Luis Valderrama Campusano
 Firma y nombre del responsable de la Rendición

Nombre del Funcionario **Jaime Feijóo Meléndez**
 RUT **13.661.399-5**
 Cargo **Director de Planificación e Inversiones**
 Dependencia **Universidad de Atacama - DPI**



 Jaime Feijóo Meléndez
 Firma y nombre del responsable de la Rendición

* Cuando corresponda determinar el valor del tipo de cambio, se estará a aquel vigente al momento de realizarse la respectiva operación.

**** Anexo a este formato de rendición de cuentas se deberá acompañar en el mismo orden los antecedentes que respaldan las operaciones de la presente rendición de cuentas.

**DETALLE RENDICIÓN DE CUENTAS PROYECTO FIC "Desarrollo de tecnología innovadora para la producción de concentrados de minerales de valor económico contenidos en relaves de cobre de la Región de Atacama"
CÓDIGO BIP 30486489-0**

TIPO DE GASTO*	COMPROBANTE DE EGRESO		DETALLE DOCUMENTO DE RESPALDO		DESCRIPCIÓN DE LA LABOR REALIZADA O DETALLE DEL GASTO	FORMA DE PAGO EFECTIVO / TRANSFERENCIA / CHEQUE	MONTO EN \$ O US\$	
	N°	FECHA	N°	TIPO (FACTURA, BOLETA, LIQUIDACIÓN U OTRO)				NOMBRE PROVEEDOR O PRESTADOR DE SERVICIOS
Gastos de Personal	2017120255	22-12-2017	8	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2017. (Técnico 1). .	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2017120256	22-12-2017	35	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2017. (Técnico 2). .	Cheque	600.000
Gastos de Operación	2017120299	26-12-2017	193001	FACTURA	COMERCIAL RED OFFICE LIMITADA	Compran de Guantes de cabritilla. (Elementos de seguridad)	Cheque	37.699
Gastos de Operación	2017120300	26-12-2017	2629134	FACTURA	CHILEMAT SPA	Compra de 20 Brochas Hela 1 ½". (Materiales para laboratorio)	Cheque	6.998
Gastos de Operación	2017120300	26-12-2017	2629134	FACTURA	CHILEMAT SPA	Compra de 20 Brochas Hela 2 ½". (Materiales para laboratorio)	Cheque	13.736
Gastos de Operación	2017120300	26-12-2017	2629134	FACTURA	CHILEMAT SPA	Compra de 05 Chalecos reflectantes talla L. (Elementos de seguridad)	Cheque	21.689
Gastos de Operación	2017120300	26-12-2017	2629134	FACTURA	CHILEMAT SPA	Compra 05 de Chalecos reflectantes talla M. (Elementos de seguridad)	Cheque	21.689
Gastos de Operación	2017120300	26-12-2017	2629134	FACTURA	CHILEMAT SPA	Compra de 01 par de Zapatos Zapato de seguridad edelbrock n° 41. (Elementos de seguridad)	Cheque	52.294
Gastos de Personal	2017120334	26-12-2017	9	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2017. (Técnico 1). .	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2017120334	26-12-2017	36	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2017. (Técnico 2). .	Cheque	600.000

Gastos de Inversión	2017120347	26-12-2017	101603	FACTURA	COMPUTACION INTEGRAL S.A.	Compra de 02 computadores All in One HP Eliotone 800 G2 Táctil, de acuerdo a especificaciones señaladas. (Notebook para realizar las simulaciones)	Cheque	2.380.507
Gastos de Operación	2017120381	28-12-2017	86518704	FACTURA	SODIMAC S.A.	Compra de 20 Espátulas Hela 60 mm. (Materiales para laboratorio)	Cheque	41.657
Gastos de Operación	2017120381	28-12-2017	86518704	FACTURA	SODIMAC S.A.	Compra de 20 Espátulas Hela 100 mm. (Materiales para laboratorio)	Cheque	55.652
Gastos de Operación	2017120381	28-12-2017	86518704	FACTURA	SODIMAC S.A.	Compra de 30 Baldes tineta 20 L. (Materiales para laboratorio)	Cheque	121.899
Gastos de Operación	2017120381	28-12-2017	86518704	FACTURA	SODIMAC S.A.	Compra de 40 Guantes de seguridad. (Elementos de seguridad)	Cheque	69.413
Gastos de Operación	2017120381	28-12-2017	86518704	FACTURA	SODIMAC S.A.	Compra de 05 Cascos Proseg Blancos. (Elementos de seguridad)	Cheque	16.234
Gastos de Operación	2017120381	28-12-2017	86518704	FACTURA	SODIMAC S.A.	Compra de 03 Overol redline talla XL. (Elementos de seguridad)	Cheque	24.627
Gastos de Operación	2017120395	29-12-2017	1760681	FACTURA	INVERSIONES JAIME CELUME SPA	Compra de 50 Anteojos de seguridad Honeywell. (Elementos de seguridad)	Cheque	36.771
Gastos de Operación	2017120395	29-12-2017	1760681	FACTURA	INVERSIONES JAIME CELUME SPA	Compra de 05 Cajas tapones auditivos (100 unidades). (Elementos de seguridad)	Cheque	51.446
Gastos de Inversión	2017120396	29-12-2017	1104	FACTURA	FRANCISCO ANTONIO GODOY TERRAZA	Compra de 02 Laptop Hp probook 450 G3. (Notebook para realizar las simulaciones)	Cheque	1.751.584
Gastos de Operación	2017120397	29-12-2017	7526821	FACTURA	DIMERC S.A.	Compra de 10 Cajas guantes goma (100 unidades). (Elementos de seguridad)	Cheque	31.047
Gastos de Operación	2017120397	29-12-2017	7526821	FACTURA	DIMERC S.A.	Compra de 05 Overol redline talla L. (Elementos de seguridad)	Cheque	30.262
Gastos de Operación	2017120397	29-12-2017	7526821	FACTURA	DIMERC S.A.	Compra de 05 Overol Vicsa talla M. (Elementos de seguridad)	Cheque	32.392

Gastos de Operación	2017120398	29-12-2017	1349489	FACTURA	COMERCIALIZADORA DE ARTICULOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL MANQUEHUE LIMITADA	Compra de 20 Anteojos de seguridad steelpro. (Elementos de seguridad)	Cheque	22.610
Gastos de Operación	2017120398	29-12-2017	1349489	FACTURA	COMERCIALIZADORA DE ARTICULOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL MANQUEHUE LIMITADA	Compra 01 par de Zapatos de seguridad edelbrock n° 43. (Elementos de seguridad)	Cheque	45.696
Gastos de Operación	2017120398	29-12-2017	1349489	FACTURA	COMERCIALIZADORA DE ARTICULOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL MANQUEHUE LIMITADA	Compra de 01 par de Zapatos de seguridad edelbrock n° 37. (Elementos de seguridad)	Cheque	59.262
Gastos de Operación	2017120399	29-12-2017	9879400	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 01 par de Zapatos de seguridad norseg N° 44. (Elementos de seguridad)	Cheque	69.738
Gastos de Inversión	2017120400	29-12-2017	999106	FACTURA	INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN RICARDO RODRIGUEZ Y CIA. LIMITADA	Compra de 01 Impresora láser HP. (Impresora para el material de capacitaciones)	Cheque	195.389
Gastos de Operación	2018010147	31-01-2018	2364	FACTURA	TECNOCLASS SPA	03 Set de 7 probetas plástico para uso en Laboratorio	Cheque	65.781
Gastos de Personal	2018040106	20-04-2018	10	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Enero de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018040106	20-04-2018	37	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Enero de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018040106	20-04-2018	12	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Febrero de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018040106	20-04-2018	38	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Febrero de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018040106	20-04-2018	13	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Marzo de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018040106	20-04-2018	39	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Marzo de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000

Gastos de Operación	2018050053	09-05-2018	1613	FACTURA	MG PUBLICIDAD Y EVENTOS SPA	Compra de bolsas, libretas y cuadernillos (Material impreso de difusión) para actividad de lanzamiento del proyecto (Material de trabajo con profesionales de las empresas)	Cheque	1.114.592
Gastos de Operación	2018050165	28-05-2018	248	FACTURA	SOCIEDAD ZAZZALI Y VILLALOBOS LIMITADA	Pago por servicio de impresión y diseño de invitaciones para actividad de lanzamiento del proyecto y servicio de impresión y diseño de pendón para difusión (Evento de lanzamiento: Pendón, folletos, carpetas, lápices y coctel)	Cheque	69.020
Gastos de Operación	2018050165	28-05-2018	117953461	BOLETA	EASY RETAIL S.A.	Compra de un flujómetro para celdas de flotación (Materiales para laboratorio)	Cheque	19.990
Gastos de Operación	2018050236	31-05-2018	256524	FACTURA	COMERCIAL RED OFFICE LIMITADA	Compra de 01 Hervidor Recco RHE-1,7L. (Artículos de oficina)	Cheque	10.567
Gastos de Operación	2018050237	31-05-2018	256493	FACTURA	COMERCIAL RED OFFICE LIMITADA	Compra de materiales de oficina para uso en laboratorio (marcadores y pegamento) (Artículos de oficina)	Cheque	51.177
Gastos de Operación	2018050238	31-05-2018	10159412	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de materiales de oficina para uso en oficina y laboratorio (papel, cuadernos, corchetes, portaminas, lápices, marcadores, goma de borrar, minas) (Artículos de oficina)	Cheque	101.145
Gastos de Operación	2018050239	31-05-2018	1760082	FACTURA	MERCK S.A.	Compra de reactivos químicos para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	69.999
Gastos de Operación	2018050240	31-05-2018	2115	FACTURA	GONZALO RUBIO STUARDO	Compra de 02 pizarras para marcador de tinta para uso en laboratorio (Artículos de oficina)	Cheque	49.881
Gastos de Operación	2018060066	18-06-2018	1761357	FACTURA	INVERSIONES JAIME CELUME SPA	Compra de zapatos de seguridad para uso en terreno y laboratorio (Elementos de seguridad)	Cheque	125.307

Gastos de Operación	2018080072	09-08-2018	256746	FACTURA	COMERCIAL RED OFFICE LIMITADA	Compra de 05 unidades de Candado para uso en laboratorios (Elementos de Seguridad)	Cheque	27.184
Gastos de Operación	2018080073	09-08-2018	10912	FACTURA	CONSTRUCTORA, INMOBILIARIA Y COMERCIALIZADORA AKCURA LIMITADA	Compra de 30 pares de guante de seguridad redline para uso en laboratorio (Elementos de Seguridad)	Cheque	59.191
Gastos de Operación	2018080073	09-08-2018	10912	FACTURA	CONSTRUCTORA, INMOBILIARIA Y COMERCIALIZADORA AKCURA LIMITADA	20 Overoles para uso en laboratorio y terreno (Elementos de Seguridad)	Cheque	41.316
Gastos de Operación	2018080074	09-08-2018	2909733	FACTURA	GARMENDIA MACUS SOCIEDAD ANONIMA	Compra de 20 Barboquejo para uso en laboratorio y terreno (Elementos de Seguridad)	Cheque	5.974
Gastos de Operación	2018080074	09-08-2018	2909733	FACTURA	GARMENDIA MACUS SOCIEDAD ANONIMA	Compra de 10 unidades de mascarilla 3M 2091 para partículas p100 utilizado en terreno y laboratorio (Elementos de Seguridad)	Cheque	50.218
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	14	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Abril de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	40	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Abril de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	15	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Mayo de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	41	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Mayo de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	16	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Junio de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	42	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Junio de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	17	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Julio de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018080079	09-08-2018	43	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Julio de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Operación	2018080173	22-08-2018	1781272	FACTURA	MERCK S.A.	Compra de 02 Hierro P.A. Obtenido por reducción, tamaño de partícula 10 MYM para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	48.102

Gastos de Operación	2018080174	22-08-2018	1506425	FACTURA	COMERCIALIZADORA DE ARTICULOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD INDUSTRIAL MANQUEHUE LIMITADA	Compra de 05 unidades de Mascarilla 3M 6200 medio rostro para uso en laboratorio (Elementos de seguridad)	Cheque	37.485
Gastos de Operación	2018090072	13-09-2018	10336670	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 10 unidades de Lustramuebles Tremex Tradicional 500 cc. Para uso en actividades del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	14.756
Gastos de Operación	2018090072	13-09-2018	10336670	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 20 unidades de dos rollos cada una de toalla de papel Elite Jumbo 250m 2 rollos para uso en actividades del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	155.652
Gastos de Operación	2018090072	13-09-2018	10336670	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 10 unidades de bolsa de Basura Superior 70x90 rollo para uso en actividades del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	10.567
Gastos de Operación	2018090072	13-09-2018	10336670	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 10 unidades de bolsa Superior 80x110 rollo 10 unidades para uso en actividades del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	13.816
Gastos de Operación	2018090072	13-09-2018	10336670	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 10 unidades de Papel Higiénico Elite Jumbo 500 metros para uso en actividades del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	79.242
Gastos de Operación	2018090073	13-09-2018	610	FACTURA	ALVAREZ Y FERNANDEZ LIMITADA	Servicio de coctel para 40 personas requerido para la actividad de lanzamiento del proyecto, realizado el día Jueves 26 de Abril de 2018 a las 11:00 horas en dependencias de Planta Manuel Antonio Matta (ENAMI) (Evento de Lanzamiento)	Cheque	571.200

Gastos de Operación	2018090074	13-09-2018	629	FACTURA	ALVAREZ Y FERNANDEZ LIMITADA	Servicio de coctel para 20 personas requerido para la actividad de lanzamiento del proyecto, realizado el día Jueves 26 de Abril de 2018 a las 11:00 horas en dependencias de Planta Manuel Antonio Matta (ENAMI) (Evento de Lanzamiento)	Cheque	285.600
Gastos de Inversión	2018090087	25-09-2018	9301	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 03 Agitador Mecánico, marca IKA, modelo RW 20 Digital para uso en el proyecto (Agitador)	Cheque	1.263.648
Gastos de Inversión	2018090087	25-09-2018	9301	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 03 Pinza R182 de doble nuez, complemento de Agitador Mecánico para uso en el proyecto (Agitador)	Cheque	161.685
Gastos de Inversión	2018090087	25-09-2018	9301	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 03 Estativo R1826, de 800mm complemento de Agitador Mecánico para uso en el proyecto (Agitador)	Cheque	895.260
Gastos de Inversión	2018090087	25-09-2018	9301	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 03 Hélice R1342 complemento de Agitador Mecánico para uso en el proyecto (Agitador)	Cheque	163.602
Gastos de Personal	2018090091	26-09-2018	12	BOLETA DE HONORARIOS	JUAN HIDALGO MOLINA	Pago Honorarios mes de Abril, Mayo y Junio de 2018 (Profesional 3)	Cheque	1.874.928
Gastos de Operación	2018090142	28-09-2018	10337121	FACTURA	PROVEEDORES INTEGRALES PRISA S.A.	Compra de 39 resmas de papel Multipropósito Equalit Carta para uso en actividades del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	81.554
Gastos de Personal	2018090143	28-09-2018	18	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Agosto de 2018. (Técnico 1).	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018090143	28-09-2018	44	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Agosto de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000

Gastos de Operación	2018100008	11-10-2018	2869	FACTURA	FUNDACIÓN JOSÉ A. BALSEIRO	Inscripción Sr. Alvaro Solís Ayala (Investigador del proyecto) en Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales CONAMET-SAM 2018 presentando el trabajo titulado "Propiedades Electroquímicas del mineral de Pirita en NaCl contenidos en una solución Buffer de Borato" (Inscripciones a Congresos y/o Seminarios)	Cheque	289.800
Gastos de Operación	2018100008	11-10-2018	2872	FACTURA	FUNDACIÓN JOSÉ A. BALSEIRO	Inscripción Sr. Luis Valderrama Campusano (Director del proyecto) en Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales CONAMET-SAM 2018 presentando el trabajo titulado "Recuperación de Ortoclasa y Cuarzo desde Relave de Cobre de la Región de Atacama" (Inscripciones a Congresos y/o Seminarios)	Cheque	289.800
Gastos de Personal	2018100074	12-10-2018	21	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Septiembre de 2018. (Técnico 1).	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018100074	12-10-2018	45	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Septiembre de 2018. (Técnico 2).	Cheque	600.000
Gastos de Inversión	2018100202	31-10-2018	9414	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 08 unidades de Bomba Peristáltica marca Cole-Parmer, modelo Masterflex L/S para uso en laboratorio (Bombas Peristálticas)	Cheque	8.148.933
Gastos de Inversión	2018100202	31-10-2018	9414	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 08 Cabezal Easy-Load Masterflex L/S para uso en laboratorio (Bombas Peristálticas)	Cheque	1.965.728
Gastos de Inversión	2018100203	31-10-2018	9522	FACTURA	W. REICHMANN Y CÍA. LTDA.	Adquisición de 08 Mangueras Masterflex en Tygon E-Lab L/S 18, Rollo de 50 pies de largo (15,2 mts) (Bombas Peristálticas)	Cheque	1.072.405

Gastos de Inversión	2018100219	31-10-2018	19006	FACTURA	INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES SALAS HERMANOS LIMITADA	Adquisición de 03 Banco de Celdas de Flotación modelo D03 para uso en laboratorio (Celdas de flotación de laboratorio)	Cheque	14.201.460
Gastos de Personal	2018110073	16-11-2018	22	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Octubre de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018110073	16-11-2018	46	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Octubre de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018110073	16-11-2018	1	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Octubre de 2018. (profesional 3)	Cheque	320.000
Gastos de Operación	2018120113	06-12-2018	497177502	BOLETA	SODIMAC S.A.	Adquisición de adhesivo y pernos para uso en laboratorio (Materiales para Laboratorio)	Cheque	7.320
Gastos de Operación	2018120114	06-12-2018	1481	FACTURA	EMBALAJES INDUSTRIALES TEOBALDO HERNAN NAVARRETE CASTRO EIRL	Adquisición de 600 bolsas para toma de muestras (300 de 15x30x100 - 100 de 25x35x150 - 20 de 40x60x200) (Material para toma de muestras)	Cheque	87.465
Gastos de Operación	2018120114	06-12-2018	17296	FACTURA	COMERCIALIZADORA SAN MARINO LIMITADA	Adquisición de 6 unidades de Guantes de Nitrilo 100 unidades y 3 bolsas para toma de muestras de 15x20. Implementos para toma de muestras. (Material para toma de muestras)	Cheque	34.201
Gastos de Operación	2018120114	06-12-2018	1728	FACTURA	HAWAS JASEN HERMANOS Y CIA. LTDA.	Adquisición de papel Kraf para uso en toma de muestras en terreno (Material para toma de muestras)	Cheque	19.950
Gastos de Operación	2018120156	10-12-2018	2245	FACTURA	BUCHERT ROSAS Y COMPAÑÍA LTDA.	Adquisición de 01 Tubo Hallimond para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	106.565
Gastos de Operación	2018120156	10-12-2018	2198	FACTURA	BUCHERT ROSAS Y COMPAÑÍA LTDA.	Adquisición de 01 Tubo Hallimond para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	106.565
Gastos de Operación	2018120156	10-12-2018	31330064	BOLETA	TRANSPORTES, TECNOLOGÍA Y GIROS EGT LIMITADA	Servicio de traslado para tubos Hallimond (Materiales para laboratorio)	Cheque	7.410

Gastos de Personal	2018120309	20-12-2018	23	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018120309	20-12-2018	47	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018120309	20-12-2018	2	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Noviembre de 2018. (profesional 3)	Cheque	320.000
Gastos de Inversión	2018120329	26-12-2018	10037	FACTURA	POLIMIN LIMITADA	Anticipo del 50% por la adquisición de 01 TAMBOR MAGNÉTICO EN HÚMEDO DE LABORATORIO WET DRUM (LWD), MODELO L-8 (Concentrador Magnético)	Cheque	11.092.500
Gastos de Personal	2018120368	27-12-2018	24	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKOOSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2018. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018120368	27-12-2018	48	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2018. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2018120368	27-12-2018	3	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Diciembre de 2018. (profesional 3)	Cheque	320.000
Gastos de Inversión	2018120382	28-12-2018	2928	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 01 Tamizadora analítica RETCH, modelo AS200 Basic con sistema de Sujeción "Economy" (Agitador de tamices)	Cheque	2.373.812
Gastos de Inversión	2018120382	28-12-2018	2928	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 01 Balanza analítica BOECO con capacidad de 220 g 0,0001 g. (Balanza Electrónica Digital)	Cheque	1.047.319
Gastos de Operación	2019030058	18-03-2019	54519	FACTURA	COMERCIAL ORVE LIMITADA	Compra de materiales de laboratorio (3 interruptores y 1 enchufe) para activar la mini Planta Piloto dodne se realizan las pruebas de laboratorio (Materiales para Laboratorio)	Cheque	64.875

Gastos de Operación	2019030058	18-03-2019	517873144	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de materiales de laboratorio (Tees, niples, coplas, llaves de jardín, adhesivo, teflón, manguera, lija, entre otros) para activar la mini Planta Piloto dodne se realizan las pruebas de laboratorio (Materiales para Laboratorio)	Cheque	44.460
Gastos de Operación	2019030058	18-03-2019	517610470	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de materiales de laboratorio (Terminal, codos, tubos PVC, entre otros) para activar la mini Planta Piloto dodne se realizan las pruebas de laboratorio (Materiales para Laboratorio)	Cheque	10.860
Gastos de Inversión	2019030083	25-03-2019	6849	FACTURA	SOCIEDAD COMERCIAL FULL BGA LIMITADA	Adquisición de 01 Fuente de Poder Digital para uso en laboratorio (Rectificador de corriente)	Cheque	269.999
Gastos de Personal	2019030122	29-03-2019	25	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Enero de 2019. (Técnico 1).	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019030122	29-03-2019	49	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Enero de 2019. (Técnico 2).	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019030122	29-03-2019	6	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Enero de 2019. (profesional 3).	Cheque	320.000
Gastos de Personal	2019030122	29-03-2019	26	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Febrero de 2019. (Técnico 1).	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019030122	29-03-2019	50	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Febrero de 2019. (Técnico 2).	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019030122	29-03-2019	7	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Febrero de 2019. (profesional 3).	Cheque	320.000
Gastos de Operación	2019030135	29-03-2019	1819732	FACTURA	MERCK S.A.	Adquisición de 03 Litros de Bromoformo para separar mezclas de minerales en laboratorio y realizar los análisis (Materiales para Laboratorio)	Cheque	1.621.326

Gastos de Inversión	2019030136	29-03-2019	3325	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 03 set de tamices (Marca Retsch, de 200mm de diametro y 50mm de alto, construcción en acero inoxidable) - 03 tapas para tamiz y 03 Fondos o bandeja recolectora para tamiz para uso en laboratorio (Set de Tamices)	Cheque	4.755.240
Gastos de Inversión	2019030136	29-03-2019	3325	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 05 Medidor de PH/MV/TEMP, sobremesa, debe incluir sonda 1102 para uso en laboratorio (pH meter)	Cheque	3.034.500
Gastos de Inversión	2019030136	29-03-2019	3325	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 02 Divisor de muestras tipo Riffle marca Retsch de Alemania modelo RT 6.5 para uso en pruebas de laboratorio (Cortadores de muestra)	Cheque	2.237.200
Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	1867	BOLETA	EDUARDO SAID VITALI SERVICIOS DE HIDROFERRETERÍA EIRL	Compra de 2 terminales de 1 1/2" para activación de planta piloto donde se realizarán las pruebas de forma continua (Materiales para Laboratorio)	Cheque	2.000
Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	157	COMPROBANTE	EDUARDO SAID VITALI SERVICIOS DE HIDROFERRETERÍA EIRL	Compra de Fitting, cañerías PVC para activación de planta piloto donde se realizarán las pruebas de forma continua (Materiales para Laboratorio)	Cheque	33.000
Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	1885	BOLETA	EDUARDO SAID VITALI SERVICIOS DE HIDROFERRETERÍA EIRL	Compra de Coplas de 63mm para activación de planta piloto donde se realizarán las pruebas de forma continua (Materiales para Laboratorio)	Cheque	2.000
Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	134281428	BOLETA	EASY RETAIL S.A.	Compra de embudo y niples PVC para activación de planta piloto donde se realizarán las pruebas de forma continua (Materiales para Laboratorio)	Cheque	4.670

Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	20211027	BOLETA	CONSTRUMART S.A.	Compra de enchufes y tapa tubos para activación de planta piloto donde se realizarán las pruebas de forma continua (Materiales para Laboratorio)	Cheque	4.210
Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	515921830	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de sifon urinario, bisagras para activación de planta piloto donde se realizarán las pruebas de forma continua (Materiales para Laboratorio)	Cheque	23.970
Gastos de Operación	2019040054	11-04-2019	4286	FACTURA	GAJARDO Y CANO Y CIA. LTDA.	Compra de agua desmineralizada para uso en laboratorio del proyecto (Materiales para Laboratorio)	Cheque	49.980
Gastos de Inversión	2019050024	06-05-2019	11374	FACTURA	POLIMIN LIMITADA	Pago del 50% restante por la adquisición de 01 TAMBOR MAGNÉTICO EN HÚMEDO DE LABORATORIO WET DRUM (LWD), MODELO L-8 (Concentrador Magnético)	Cheque	15.307.649
Gastos de Personal	2019050090	22-05-2019	9	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Abril de 2019. (profesional 3).	Cheque	320.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	27	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Marzo de 2019. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	51	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Marzo de 2019. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	8	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Marzo de 2019. (profesional 3)	Cheque	320.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	28	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Abril de 2019. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	52	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Abril de 2019. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	29	BOLETA DE HONORARIOS	MIRKO OSVALDO CLAUDIO OYARZUN KOMORI	Pago Honorarios mes de Mayo de 2019. (Técnico 1)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	53	BOLETA DE HONORARIOS	SEBASTIAN IGNACIO CARRIZO OSSANDON	Pago Honorarios mes de Mayo de 2019. (Técnico 2)	Cheque	600.000
Gastos de Personal	2019060131	21-06-2019	11	BOLETA DE HONORARIOS	MARIA FERNANDA CAMPBELL CORTES	Pago Honorarios mes de Mayo de 2019. (profesional 3)	Cheque	320.000

Gastos de Operación	2019060132	21-06-2019	325446	FACTURA	INDURA S.A.	Compra de regulador para nitrógeno, conexión Argón y Tuerca Argón para uso en laboratorio, instalación de planta piloto (Materiales para laboratorio)	Cheque	133.943
Gastos de Operación	2019060132	21-06-2019	1121237	FACTURA	SOCIEDAD COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL CELUME Y GONZALEZ S.A.	Compra de materiales de seguridad para uso en el proyecto, instalación de planta piloto (Elementos de Seguridad)	Cheque	108.009
Gastos de Operación	2019060132	21-06-2019	517734	FACTURA	DARTEL COPIAPO LIMITADA	Compra de un repartidor monopolar para uso en laboratorio, instalación de planta piloto (Materiales para laboratorio)	Cheque	6.070
Gastos de Operación	2019060132	21-06-2019	520949649	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de codos, sifon y flexibles para uso en laboratorio, instalación de planta piloto (Materiales para laboratorio)	Cheque	10.044
Gastos de Operación	2019060132	21-06-2019	523362906	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de adaptadores para uso en laboratorio, instalación de planta piloto (Materiales para laboratorio)	Cheque	14.450
Gastos de Operación	2019060132	21-06-2019	9087864	BOLETA	PERSONAL COMPUTER FACTORY S.A.	Compra de cables USB y HUB 4 puertos para uso en el proyecto, instalación de planta piloto (Artículos de Oficina)	Cheque	22.680
Gastos de Operación	2019070063	15-07-2019	801	FACTURA	CINTEGRAL SISTEMAS S.A.	Adquisición de cartuchos de tinta para uso en actividades de oficina del proyecto (Artículos de Oficina)	Cheque	229.769
Gastos de Operación	2019080146	28-08-2019	12418	BOLETA	INDURA S.A.	Compra de Regulador y conexión para nitrógeno, utilizado en pruebas de flotacion (Materiales para laboratorio)	Cheque	12.693

Gastos de Operación	2019080146	28-08-2019	531661024	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de hoja circular para cortar muestras de minerales utilizados en pruebas de laboratorio (Material para toma de muestras)	Cheque	15.640
Gastos de Operación	2019080146	28-08-2019	537008804	BOLETA	SODIMAC S.A.	Adquisición de 6 unidades de asaderas de vidrio rectangulares utilizadas como materiales para laboratorio en el proceso de cristalización (receptáculo para soluciones que se producen en la etapa de Flotación de relaves) (Materiales para laboratorio)	Cheque	26.127
Gastos de Inversión	2019090006	03-09-2019	9071	FACTURA	AGUAQUIM SPA	Adquisición de 02 Bombas de acople magnético sin sellos mecánicos, marca IWAKI, modelo MD-55RT para pruebas de laboratorio (Bombas Magnéticas)	Cheque	903.880
Gastos de Inversión	2019090007	03-09-2019	19354	FACTURA	INGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES SALAS HERMANOS LIMITADA	Adquisición de 01 Estanque Acondicionador, modelo Acond 100 Acero A36 para pruebas de laboratorio (Estanque Acondicionador)	Cheque	2.305.625
Gastos de Inversión	2019090119	23-09-2019	4108	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 01 Balanza de precisión marca Kern, Alemania con capacidad de 6.000gr y precisión 0,1 gr para uso en pruebas de laboratorio (Balanza electrónica digital)	Cheque	232.050
Gastos de Inversión	2019090119	23-09-2019	4108	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 01 Balanza de precisión marca Kern, Alemania con capacidad de 3.500gr y precisión 0,01 gr para uso en pruebas de laboratorio (Balanza electrónica digital)	Cheque	404.600
Gastos de Inversión	2019090120	23-09-2019	4151	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 03 Muestreadores de lodos de acero inoxidable para uso en pruebas de laboratorio (Tomadores de muestra)	Cheque	3.199.998

Gastos de Operación	2019090121	23-09-2019	8322	FACTURA	SOTO Y BOGGIONI Y COMPAÑÍA LIMITADA	Adquisición de Tubería Hidráulica Clase 6 para fabricación de cortadores de muestra para analizar en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	57.808
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	512572	FACTURA	PLASTICOS DE INGENIERÍA S.P.A.	Compra de de PE Sanitario Blanco para uso en Laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	42.792
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	540072604	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de masilla refractaria para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	7.270
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	3269	FACTURA	MARIA ANGELICA NARA NARA	Compra de 4 ampolletas infrarojo para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	27.598
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	541494073	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de brocas, base, enchufes para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	28.700
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	193	BOLETA	AGUANOR SPA.	Compra de agua desmineralizada para uso en laboratorio del proyecto (Materiales para laboratorio)	Cheque	39.270
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	2105	FACTURA	EMBALAJES INDUSTRIALES TEOBALDO HERNAN NAVARRETE CASTRO EIRL	Compra de bolsas para muestras del proyecto (Materiales para laboratorio)	Cheque	54.145
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	9658735	BOLETA	PERSONAL COMPUTER FACTORY S.A.	Compra de tintas Cartrige y Cable USB para uso del proyecto (Artículos de oficina)	Cheque	23.780
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	541076304	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de adhesivos, brocas y pernos para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	9.980
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	113266	BOLETA	EDUARDO SORIA FUENZALIDA	Compra de pernos para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	7.000
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	513297	FACTURA	PLASTICOS DE INGENIERÍA S.P.A.	Compra de de PE Sanitario Blanco para uso en Laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	43.792
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	541854324	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de base recta para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	2.220

Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	542185031	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de estante plástico para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	44.990
Gastos de Operación	2019100065	15-10-2019	542638554	BOLETA	SODIMAC S.A.	Compra de enchufes, cajas y estante plástico para uso en laboratorio (Materiales para laboratorio)	Cheque	97.280
Gastos de Inversión	2019100114	29-10-2019	4226	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 02 set de tamices, Marca Retsch, de 200mm de diametro y 50mm de alto, construcción en acero inoxidable (Set de Tamices)	Cheque	2.499.000
Gastos de Inversión	2019100114	29-10-2019	4226	FACTURA	SOLUCIONES TECNOLOGICAS AVANZADAS LIMITADA	Adquisición de 01 Divisor de muestras tipo Riffle marca Retsch de Alemania modelo RT 6.5 que incluya 08 bandejas colectoras para el modelo RT 6.5. (Cortadores de muestra)	Cheque	1.762.799
Gastos de Operación	2019100123	30-10-2019	2081	FACTURA	DANIEL IGOR HOPPMANN HURTADO, PRODUCCIONES, E.I.R.L.	Adquisición de un Servicio de Coctel para 50 personas en el marco de la actividad de cierre del proyecto FIC "Relaves", Código BIP 30486489-0. La actividad se realizará en dependencias de la Asociación minera de Copiapó, ubicada en cale Atacama N°740. (Evento de cierre: Folletos, lápices, invitaciones y coctel)	Cheque	521.291
Gastos de Operación	2019100124	30-10-2019	89	FACTURA	CIOTEC SOLUCIONES TECNOLOGICAS SPA	Servicio de Realización y Edición de Cápsula Audiovisual para el proyecto FIC "Relaves", Código BIP 30486489-0 (Evento de cierre: Folletos, lápices, invitaciones y coctel)	Cheque	450.000
Gastos de Operación	2019100125	30-10-2019	2412	FACTURA	MG PUBLICIDAD Y EVENTOS SPA	Adquisición de artículos corporativos para actividad de cierre del proyecto (Evento de cierre: Folletos, lápices, invitaciones y coctel)	Cheque	1.506.916

Gastos de Operación	2019100126	30-10-2019	201900682	COMPROMISO DE VIATICO	LUIS IVAN VALDERRAMA CAMPUSANO	SAV N°01, Sr. Luis Valderrama Campusano, director del proyecto, por participar en Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales CONAMET-SAM 2019 con la presentación del trabajo "Evaluación de las propiedades magnéticas para estimar la recuperación a nivel industrial" en la Universidad de Austral, Valdivia (Viáticos)	Cheque	216.420
Gastos de Operación	2019100127	30-10-2019	13304	FACTURA	UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	Pago de Inscripción Sr. Luis Valderrama Campusano, director del proyecto, por asistencia a Congreso CONAMET SAM 2019 presentación trabajo (Inscripción a congresos y/o Seminarios)	Cheque	182.000
Gastos de Operación	2019100007	30-10-2019	428	FACTURA	SOCIEDAD ZAZZALI Y VILLALOBOS LIMITADA	Servicio de impresión de invitaciones para actividad de cierre proyecto (Evento de cierre: Folletos, lápices, invitaciones y coctel)	Cheque	44.804
Gastos de Operación	2019110134	31-10-2019	3603337	FACTURA	LATAM AIRLINES GROUP S.A	Pasajes Aéreos Sr. Luis Valderrama Campusano, director del proyecto por participar en Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales CONAMET-SAM 2019 con la presentación del trabajo "Evaluación de las propiedades magnéticas para estimar la recuperación a nivel industrial" en la Universidad de Austral, Valdivia (Pasajes)	Cheque	187.354
TOTAL								\$ 121.868.689

* Debe precisarse si se trata de gastos de operación, personal o inversión.



UNIVERSIDAD DE ATACAMA
RECTORÍA

Copiapó, Octubre de 2019.

CERTIFICADO “Rendición de Aportes no Pecuniarios”

La Universidad de Atacama, RUT N° 71.236.700-8, , por medio de su Rector, Dr. Celso Arias Mora, RUT 7.162.080-8, ambos con domicilio en Avenida Copayapu N°485, Copiapó, certifica que en el marco del Fondo de Innovación para la Competitividad FIC-R 2016, proyecto “**Desarrollo de tecnología innovadora para la producción de concentrados de minerales de valor económico contenidos en relaves de cobre de la Región de Atacama**” se realizaron los siguientes Aportes Valorizados en el periodo comprendido entre los meses de Octubre de 2017 y Octubre de 2019.

Partidas (Detallar)	Costo Unitario	Cantidad	Sub Total
Gastos Inversión, Implementación y Equipamiento			\$0
Gastos de Operación			\$ 68.760.000
Preparación mecánica de muestras	\$ 5.000	300	\$1.500.000
Análisis químicos (ENAMI)	\$ 30.000	100	\$3.000.000
Determinación de peso específico	\$9.000	100	\$900.000
Análisis mineralógico óptico	\$200.000	20	\$4.000.000
Análisis de tamaño de partículas	\$25.000	100	\$2.500.000
Análisis en tubo Davis	\$200.000	10	\$2.000.000
Pruebas de concentración gravitacional	\$42.600	200	\$8.520.000
Pruebas de separación magnética	\$35.200	300	\$10.560.000
Determinación de potencial zeta	\$80.000	17	\$1.360.000
Determinación de ángulo de contacto	\$56.000	20	\$1.120.000
Pruebas de separación electrostática	\$57.000	100	\$5.700.000
Pruebas de flotación	\$88.000	100	\$8.800.000
Mantenición de equipos	\$5.000.000	1	\$5.000.000
Arriendo de laboratorio de preparación mecánica	\$400.000	15	\$6.000.000
Arriendo de laboratorio de concentración	\$400.000	15	\$6.000.000
Uso de equipamiento menor	\$20.000	15	\$300.000
Uso de oficinas para investigadores	\$100.000	15	\$1.500.000
Gastos de Honorarios			\$ 77.429.000
Director	\$25.000 x hora	12 horas/60 semanas	\$18.000.000
Director Alterno	\$25.000 x hora	10 horas/60 semanas	\$15.000.000
Investigador 1	\$25.000 x hora	10 horas/60 semanas	\$15.000.000
Investigador 2	\$25.000 x hora	10 horas/60 semanas	\$15.000.000
Técnico (UDA)	\$6.500 x hora	2 horas /56 semanas	\$ 728.000
Ingeniero tranque relave (ENAMI)	\$15.625 x hora	4 horas / 40 semanas	\$ 2.500.000
Ingeniero metalurgista senior (ENAMI)	\$17.500 x hora	4 horas / 40 semanas	\$ 2.800.000
Ingeniero metalurgista (ENAMI)	\$13.575 x hora	7 horas / 40 semanas	\$ 3.801.000
Laboratorista metalúrgico (ENAMI)	\$9.583 x hora	10 horas/ 48 semanas	\$ 4.600.000

Gastos de Difusión			\$ 2.400.000
Evento de lanzamiento: Arriendo de salón para evento	\$ 700.000	1	\$ 700.000
Arriendo de salas para las capacitaciones y seminarios	\$ 1.000.000	1	\$ 1.000.000
Evento de cierre: Arriendo de salón para evento	\$ 700.000	1	\$ 700.000
TOTAL			148.589.000




DR. CELSO ARIAS MORA
RECTOR
UNIVERSIDAD DE ATACAMA



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA



Proyecto Financiado con Aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad de
Asignación Regional FIC-R 2016 del Gobierno Regional de Atacama