



1. Título del proyecto

**EXTRACCIÓN DE LITIO DEL MINERAL ESPODUMENO POR
LIXIVIACIÓN ÁCIDA EN AUTOCLAVE YACIMIENTO MACUSANI-
PUNO**

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingeniería de procesos	Ingeniería de procesos	

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

<u>Individual</u>	<input type="radio"/>
<u>Multidisciplinario (X)</u>	<input checked="" type="radio"/>
<u>Director de tesis pregrado</u>	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	German Quille Calizaya
Escuela Profesional	Ingeniería Química
Celular	958546048
Correo Electrónico	German_qc@hotmail.com
Apellidos y Nombres	Teófilo Donaires Flores
Escuela Profesional	Ingeniería Química
Celular	992748202
Correo Electrónico	tdonaires@unap.edu.pe



I. Título

EXTRACCIÓN DE LITIO DEL MINERAL ESPODUMENO POR LIXIVIACIÓN ÁCIDA EN AUTOCLAVE YACIMIENTO MACUSANI-PUNO

II. Resumen del Proyecto de Tesis

La demanda de minerales de litio ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a la aplicación de compuestos de litio en la tecnología de baterías de litio, ya que las baterías de litio cumplen muchas expectativas para lograr una solución más limpia y energía sostenible, incorporada en vehículos eléctricos, así como dispositivos electrónicos portátiles y sistemas de almacenamiento de energía. En la zona de Macusani Provincia de Carabaya-Puno se ha descubierto la presencia de litio en el yacimiento denominado Falchani, este recurso se encuentra en forma de mineral espodumena con alto contenido de litio, ya que el proceso de extracción es complejo. Actualmente no se conoce la tecnología del proceso de tratamiento de minerales de litio para su explotación, en vista que en el Perú por primera vez se pretende tratar el mineral para obtener el carbonato de litio. Es por ello que se propone realizar el tratamiento hidrometalúrgico completo desde extracción por lixiviación hasta obtención de carbonato de litio. Existen procesos como flotación, lixiviación, concentración y purificación que pueden ser aplicados de acuerdo a las características del mineral en estudio. Los procesos de tratamiento hidrometalúrgico de minerales de litio de rocas duras que contiene litio normalmente implican un primer tratamiento térmico de estas rocas a alta temperatura, seguido de la lixiviación para liberar los valores de litio en la solución. El objetivo del presente trabajo de investigación es extraer litio con solución ácida en autoclave. Los resultados de la investigación contribuirán en el diseño y uso de una tecnología cercanamente real para el tratamiento de minerales de litio en la zona altiplánica de Puno.

III. Palabras claves (Keywords)

Autoclave, espodumeno, litio, lixiviación.

IV. Justificación del proyecto

El litio es un metal liviano de todos los metales y gracias a sus propiedades físicas y químicas especiales ha sido cada vez más visible la creciente demanda de litio en el mercado internacional. Debido a estas características, el litio se ha convertido



en un material estratégico para la nueva generación de baterías recargables para uso en dispositivos electrónicos. Las baterías de litio cumplen muchas expectativas para lograr una solución más limpia y sostenible para los transportes, incorporada en vehículos eléctricos. Por lo tanto, garantizar el suministro de litio para el crecimiento de los países industrializados sostenibles desde el punto de vista energético es crucial, y se deben emprender diferentes enfoques en cuanto al mejoramiento de procesos de extracción de litio y transición electrónica.

La Empresa Minera Canadiense Macusani viene realizando estudios de exploración de uranio en las comunidades de Isivilla, Corani y Tantamaco. Según la información del Ministerio de Energía y Minas indica que la Empresa Minera Macusani descubrió una mina de litio en Puno en el depósito Falchani. Con este nuevo descubrimiento el Proyecto Macusani sea la mina más grande de litio y uranio en Sudamérica. A demás señala que el yacimiento es de alta ley y que un salar importante en Bolivia o Chile tiene una ley promedio de 500 ppm de litio, pero que las leyes de litio de Falchani son superiores en seis a siete veces. El litio ocurre bajo varias formas en la naturaleza, como salmuera y como mineral, principalmente en la forma de los minerales de espodumeno. El yacimiento de litio Macusani se encuentra en forma de minerales en roca, la extracción de litio a partir de mineral es complejo. La Empresa Macusani ha enviado las muestras de mineral de litio a país Australia para ensayos de extracción de litio a nivel de laboratorio y se tiene algunos resultados parciales. Sin embargo, no existe un estudio hidrometalúrgico de litio para el mineral de Macusani Puno Perú. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo extraer litio de mineral espodumeno mediante el proceso de lixiviación ácida en autoclave.

V. Antecedentes del proyecto

(Song, Zhao, He, Zhao, & Liu, 2019), tradicionalmente, el α -spodumene natural se debe tostar a 1000°C para convertirse en β -spodumene, y luego se descompone con ácido. Los resultados indican que el α -espodumen puede ser descompuesto directamente por un álcali. La adición de CaO, y una temperatura y alcalinidad más altas, tuvieron una influencia significativa en la reacción de descomposición. En condiciones optimizadas, la eficiencia de lixiviación de litio fue del 93%. Se usó fosfato de sodio para precipitar litio a partir de una solución de lixiviación alcalina considerando la baja solubilidad de Li_3PO_4 , y las aguas madres que



contienen álcali se reutilizaron. Durante diez ciclos consecutivos en el diagrama de flujo propuesto, la descomposición de α -spodumene fue estable y dio como resultado una eficiencia de lixiviación de litio de aproximadamente 90%. El proceso de extracción de circuito cerrado puede reducir significativamente el consumo de energía y proporciona un nuevo proceso para el desarrollo sostenible de los recursos de litio.

(Jara, Betemariam, Woldetinsae, & Kim, 2019), el grafito tiene una estructura de anillo C6 hibridada plana sp² apilada, que muestra un polimorfismo con romboédrico, hexagonal y turbostrático. Basado en su relación estructura-propiedad, ofrece una variedad de aplicaciones o desempeños tecnológicamente innovadores en industrias, como baterías de iones de litio, celdas de combustible, grafeno bidimensional, purificación de agua, electrónica, fibra óptica, espintrónica, refractarios, productos eléctricos, vehículos eléctricos, etc. El valor monetario del grafito depende en gran medida del contenido de carbono y el tamaño de las escamas. Sin embargo, se sabe que la separación física del grafito de su cuerpo mineral es muy costosa, requiere mucha energía y consume mucho tiempo. Por lo tanto, este estudio describe ampliamente un método de purificación actual para producir material de grafito de alta calidad con impurezas que alcanzan aproximadamente 10–100mg / kg, atrayendo a muchos usuarios finales. También describe las posibles aplicaciones de los materiales de grafito e identifica el alcance futuro de un nuevo mercado, dependiendo de la pureza del material. Finalmente, los países mineros de grafito actuales y futuros se investigan en detalle.

(G. Yang et al., 2019), el metal de litio es un material de ánodo prometedor para las baterías de litio secundarias debido a su alta capacidad específica y bajo potencial redox. Sin embargo, estas baterías no se pueden aplicar comercialmente antes de que se puedan abordar problemas graves, como la baja relación de capacidad de pelado / recubrimiento y el crecimiento descontrolado de las dendritas del metal de litio. Aunque el litio se puede chapar / pelar de manera estable durante cientos de ciclos en las medias celdas, la estrecha ventana electroquímica restringe la aplicación de electrolitos a base de éter en baterías de litio de alto voltaje. Aquí, evaluamos la viabilidad de usar bis (fluorosulfonil) imida de litio (LiFSI) como la sal para mejorar la estabilidad del ciclo del litio en un electrolito de carbonato en el que una película estable de interfase de



electrolitos sólidos (SEI) no está disponible para proteger el metal litio. Se descubrió que LiFSI suprime efectivamente la generación de litio "muerto" y las reacciones secundarias al formar una capa de SEI compacta y rica en LiF en la parte superior del litio depositado y, por lo tanto, estabiliza el ciclo de recubrimiento / separación de litio en el electrolito de carbonato. Como verificación de estas propiedades, se evalúa el rendimiento de ciclo a largo plazo de una celda $\text{Li} \parallel \text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ con carga de litio limitada en el electrolito de carbonato de LiFSI. Nuestros hallazgos indican que el electrolito de carbonato de litio puede ser una solución prometedora para las baterías de litio secundarias de alto voltaje.

(Li, Eksteen, & Kuang, 2019), el litio (Li), como un nuevo metal energético, se está convirtiendo en un tema "candente" tanto en la academia como en la industria debido a la rápida electrificación del vehículo y al almacenamiento en la red. Aunque las salmueras han sido las principales fuentes de Li, los minerales que contienen Li, debido a la distribución más amplia y al camino más rápido hacia el mercado, también han atraído mucha atención en los últimos años, con una serie de nuevos proyectos industriales lanzados y varios métodos novedosos propuestos. El presente estudio proporciona una revisión de vanguardia de la recuperación de Li a partir de diferentes recursos minerales (es decir, excluyendo salmueras), y ofrece perspectivas y perspectivas hacia varios métodos de recuperación. En este estudio, se resumen e ilustran los principales depósitos minerales de Li, lo que muestra su gran abundancia y amplia distribución en todo el mundo. Varios métodos de recuperación de Li reportados hasta ahora se resumen con diagramas de flujo y se discuten por diferentes tipos de minerales, que cubren espodumeno, lepidolita, zinnwaldita, amblygonita y arcillas. Se predice que el spodumene continuará siendo utilizado de manera dominante como fuente de Li sobre otros minerales con tostado con ácido sulfúrico (H_2SO_4) como método principal de procesamiento. Sin embargo, otros métodos novedosos, incluido el procesamiento directo de espodumeno natural y el proceso que favorece la producción directa de LiOH, serán las tendencias de futuras investigaciones. Los métodos basados en flúor pueden lograr un bajo consumo de energía y una alta eficiencia de extracción, pero aún deben investigarse más a fondo para una aplicación sostenible, económica y segura. Para competir con spodumene, la utilización integral de todos los elementos valiosos contenidos en



lepidolita y zinnwaldita es crucial. En la mayoría de los procesos de recuperación, se debe prestar más atención al tratamiento de residuos y residuos voluminosos para su eliminación segura o reutilización posterior. Además, este estudio no solo presenta los métodos para la recuperación de Li, sino que también incluye varios pasos de separación y purificación aguas abajo para integrar el proceso. Se espera que, como una revisión especializada en recursos minerales de Li, el presente estudio pueda proporcionar información para el desarrollo de esta área en particular.

(Tadesse, Makuei, Albijanic, & Dyer, 2019), la demanda de minerales de litio ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a la aplicación de compuestos de litio en la tecnología de baterías de iones de litio, dispositivos electrónicos portátiles y sistemas de almacenamiento de energía. Spodumene es el principal mineral con contenido de litio que actualmente se está explorando y procesando debido a su alto contenido de litio y la gran cantidad de depósitos. Esta revisión de la literatura se centra en las diversas técnicas utilizadas en el beneficio de los minerales de litio de los minerales de pegmatita de roca dura. La separación de medios densos y la flotación son los principales métodos de beneficio utilizados para la separación de minerales de litio de los minerales. La estrecha similitud en las propiedades químicas y físicas entre los minerales de litio y los minerales de gangue asociados complica el beneficio de los minerales de litio de los minerales. La química superficial de los minerales, el tipo de colector, el pH de la pulpa, los métodos de pretratamiento químico y la presencia de limos juegan un papel clave en la flotación de minerales de litio. Esta revisión también se ocupa de los diagramas de flujo de beneficios empleados en algunas de las plantas de procesamiento de litio más grandes del mundo. Se espera que el espumemeno de los depósitos de pegmatita sea la principal fuente de litio de los minerales en la actualidad, aunque las fuentes futuras probablemente incluirían otros minerales como lepidolita, petalita, zinnwaldita, jadarita y hectorita.

(Aral & Vecchio-Sadus, 2011), este artículo describe las fuentes naturales y artificiales de litio, sus efectos en la salud de los humanos y otros organismos vivos, y los efectos de la contaminación minera y del consumidor en el medio ambiente acuático y terrestre. El litio se distribuye ampliamente en pequeñas cantidades en rocas y suelos, así como en aguas superficiales, subterráneas y marinas. Las concentraciones de litio en las aguas superficiales y subterráneas son



a menudo más altas en las cercanías de salmueras ricas en litio y depósitos minerales que en el entorno general. La contaminación por litio artificial a menudo se relaciona con su producción y consumo. El litio metálico y sus compuestos se utilizan principalmente en la producción de baterías y lubricantes; en la fabricación de cerámica, vidrio, caucho sintético, plásticos, productos farmacéuticos y aleaciones metálicas de aluminio; como agente reductor en la síntesis de algunos reactivos orgánicos; como agente de secado; como capturador de neutrones en la industria nuclear; y en medicina para curar el trastorno bipolar. No se espera que el litio se bioacumule, y su toxicidad humana y ambiental es baja. El litio no es un mineral dietético para las plantas, pero estimula el crecimiento de las plantas.

(Gasalla, Aglietti, Lopez, & Pereira, 1987), los cambios texturales y estructurales inducidos en el α -espodumen ($\text{Li}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$) por molienda por impacto y fricción se estudian utilizando determinaciones de XRD, espectroscopía IR, DTA, SEM y capacidad de intercambio catiónico. El tratamiento mecanoquímico produce una disminución del tamaño de partícula junto con un aumento del área de superficie BET y un cambio en la forma del cristal. Además, una distorsión progresiva de la red cristalina afectó las propiedades espectroscópicas del material y mejoró su reactividad química a la disolución ácida. También se observan cambios en su secuencia de transformación de fase bajo tratamiento térmico. La fase γ -spodumene, que no se observa en la secuencia $\alpha \rightarrow \beta$, aparece a 800°C cuando se utiliza α -spodumene tratado mecánicamente como material de partida. (Yiren, Dongmin, Yong, Dapeng, & Ze, 2019), la composición de fase de la escoria de litio tiene una importancia orientadora importante para su activación puzolánica potencial y la utilización de recursos. Con el fin de mejorar la tasa de reciclaje de la escoria de litio, su composición de fase se estudió en este documento. La morfología de las muestras de escoria de litio de tres orígenes representativos se observó mediante la imagen de electrones dispersos al microscopio electrónico de barrido. La composición de los elementos y las características de fase en 844 microrregiones de estas fases se analizaron mediante espectrometría de rayos X dispersiva de energía, método de análisis estadístico y difracción de rayos X. El contenido relativo de las fases principales en la escoria de litio se determinó mediante un método cuantitativo basado en un microscopio electrónico de barrido junto con el software Image-ProPlus 6.0. Los resultados



mostraron que la escoria de litio contenía la fase de aluminosilicato cristalino gris oscuro en forma de torta plana y poligonal, la fase de compuestos alcalinos y alcalinotérreos de color blanco irregular, la fase amorfa gris gris sin morfología fija, la fase de yeso grisáceo y una pequeña cantidad de brillante fase hexagonal aproximada y redonda granular de hierro. De acuerdo con la curva de distribución gris, las fases principales de la escoria de litio estaban compuestas de 39.78–42.65% de fase de aluminosilicato amorfo ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ amorfo), 6.46–9.83% de fase de compuestos alcalinos y alcalinotérreos (CaCO_3 , KAlSi_3O_8 y $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, a poco $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), 34.41–44.74% de fase de aluminosilicato cristalino ($\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, un poco de cuarzo), 3.96–7.10% de fase de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), etc.

(Gil-Alana & Monge, 2019), comprender el comportamiento del suministro de litio y el consumo y los flujos estimados es importante para el desarrollo social y económico. Nos enfocamos en estimar la persistencia y para este propósito, utilizamos técnicas basadas en la integración fraccional. Los resultados empíricos proporcionan evidencia de reversión media para los datos correspondientes a la producción mundial de litio de 1925 a 2014, pero no para las series relacionadas con el litio en los Estados Unidos, como la producción (1900–2008), el consumo estimado (1900–2014), las importaciones (1960–2015) y exportaciones (1971–2015).

VI. Hipótesis del trabajo

Los minerales de litio se disuelven en soluciones ácidas a altas temperaturas y altas presiones en autoclave.

VII. Objetivo general

Evaluar el porcentaje de extracción de litio a partir de mineral espodumeno mediante lixiviación ácida en autoclave del Yacimiento Macusani-Puno.

VIII. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de la solución ácida en la lixiviación de minerales de litio.
- Determinar la temperatura de lixiviación de minerales de litio
- Encontrar el tiempo óptimo de lixiviación ácida de minerales de litio.



IX. Metodología de investigación

a. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE MINERAL

Se tomarán muestras de mineral aleatoriamente de la Mina Falchani Macusani Puno.

Tamaño de muestra

Se tomará de 10 puntos del yacimiento Falchani Macusani Puno utilizando herramientas de pico y pala. De cada punto se tomará 2 Kg de mineral haciendo un total de 20 Kg de mineral de litio.

b. PREPARACIÓN FÍSICA DEL MINERAL

La preparación física del mineral consiste en trituración y molienda del mineral de litio en equipos de chancado y pulverizador de anillos respectivamente, estas operaciones se ejecutarán en el laboratorio metalúrgico de la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica UNA-Puno.

c. ANÁLISIS DE LITIO POR FOTOMETRÍA DE LLAMA

Una porción representativa del mineral se muele a través de malla 200, y 0,5 gramos de la muestra molida se transfieren a un platino plato. El plato y su contenido se calientan a 1900 °F durante 0,5 horas. y enfriado y de 1 a 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Se agrega ácido fluorhídrico concentrado (48%) gota a gota, permite subsidencia. J \ rhen otras adiciones de ácido fluorhídrico producen sin evolución vigorosa de tetrafluoruro de silicio, aproximadamente 5 ml. Más de ácido fluorhídrico al 48% y el contenido del plato evaporado hasta la sequedad. Se debe tener cuidado para evitar salpicaduras. Se pipetea cinco mililitros de ácido sulfúrico concentrado sobre el residuo, y el contenido del plato se calienta solo a humos de trióxido de azufre en un plato caliente. Después de enfriar, ácido y residuo. se enjuagan en un recipiente de 250 ml. vaso de precipitados con agua destilada.

El residuo y el papel son carbonizadas quemado, y finalmente encendido al rojo vivo en un platillo de crisol sobre un quemador Meker. (por el método de fotómetro de llama Perkin-Elmer). Después de enfriar, el residuo se trata repetidamente con 4 a 5 gotas de 48% de ácido fluorhídrico, evaporando a sequedad después de cada adición de ácido hasta que se expulse toda la sílice. Dos o tres gotas de concentrado Luego se agrega ácido sulfúrico y el contenido se evapora hasta sequedad en un baño de arena. Después de enfriar, unos 10 ml. de



destilado se añaden agua y se calientan para disolver las sales y la solución se filtrado en el matraz aforado original. El crisol y el residuo se lavan varias veces con agua destilada, los lavados que se añade al matraz.

Se preparó una serie de estándares que contienen 10, 20, 30, 40, y 50 p.p.m. de litio. Pesar cantidades adecuadas de sulfato de litio monohidrato. Todos los estándares están hechos para concentraciones de 270 p.p.m. de aluminio (arbitrario elección), utilizando sulfato de aluminio octadecahidrato, y en 0,75N de ácido sulfúrico. Se calibra el equipo fotómetro de llama con los estándares y finalmente le lectura las muestras

d. LIXIVIACIÓN DE MINERALES DE LITIO

La lixiviación de mineral de litio se realizará en un equipo de autoclave provisto con agitación magnética a temperatura de 230°C y 35 atmósferas. Durante el proceso de lixiviación por agitación se controlará la temperatura, consumo de agente lixivante y tiempo de lixiviación. Generalmente la lixiviación de mineral de litio se realiza con agente lixivante de ácido sulfúrico. Sin embargo se puede utilizar cualquier ácido inorgánico para la extracción de litio

X. Referencias

Aral, H., & Vecchio-Sadus, A. (2011). *Lithium: Environmental Pollution and Health Effects* (J. B. T.-E. of E. H. (Second E. Nriagu, ed.).

Gasalla, H. J., Aglietti, E. F., Lopez, J. M. P., & Pereira, E. (1987). Changes in physicochemical properties of α -spodumene by mechanochemical treatment. *Materials Chemistry and Physics*, 17(4), 379–389.

Gil-Alana, L. A., & Monge, M. (2019). Lithium: Production and estimated consumption. Evidence of persistence. *Resources Policy*, 60, 198–202.

Jara, A. D., Betemariam, A., Woldetinsae, G., & Kim, J. Y. (2019). Purification, application and current market trend of natural graphite: A review. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(5), 67.



- Li, H., Eksteen, J., & Kuang, G. (2019). Recovery of lithium from mineral resources: State-of-the-art and perspectives – A review. *Hydrometallurgy*, 189, 105129.
- LIU, J., YIN, Z., LI, X., HU, Q., & LIU, W. (2019). Recovery of valuable metals from lepidolite by atmosphere leaching and kinetics on dissolution of lithium. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 29(3), 641–649.
- Song, Y., Zhao, T., He, L., Zhao, Z., & Liu, X. (2019). A promising approach for directly extracting lithium from α -spodumene by alkaline digestion and precipitation as phosphate. *Hydrometallurgy*, 189, 105141
- Tadesse, B., Makuei, F., Albijanic, B., & Dyer, L. (2019). The beneficiation of lithium minerals from hard rock ores: A review. *Minerals Engineering*, 131, 170–184.
- Yang, G., Li, Y., Liu, S., Zhang, S., Wang, Z., & Chen, L. (2019). LiFSI to improve lithium deposition in carbonate electrolyte. *Energy Storage Materials*.
- Yiren, W., Dongmin, W., Yong, C., Dapeng, Z., & Ze, L. (2019). Micro-morphology and phase composition of lithium slag from lithium carbonate production by sulphuric acid process. *Construction and Building Materials*, 203, 304–313.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados del presente trabajo de investigación servirán para los siguientes fines:

- Extracción de minerales de litio en soluciones ácidas.
- Diseño de nuevas tecnologías de extracción de litio
- Contribución en el desarrollo tecnológico y científico

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Generación de nuevos conocimientos y tecnologías en el campo de la hidrometalurgia de litio

ii. Impactos económicos



La explotación de litio en Puno generaría regalías mineras para gobiernos regionales y locales.

iii. Impactos sociales

La presencia de minería genera fuentes de trabajo para pobladores de la zona

iv. Impactos ambientales

La tecnología de extracción de litio no generaría impactos negativos significativos en la zona de influencia.

XIII. Recursos necesarios

- Laboratorio metalúrgico
- Laboratorio de Química
- Equipo de Absorción atómica
- Equipo autoclave
- Técnica de lixiviación en autoclave
- Mineral de litio
- Chancadora
- Pulverizador de anillos
- Mallas
- Balanza analítica

XIV. Localización del proyecto

El proyecto de investigación se ejecutará en el Laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química. Las muestras de mineral de litio se tomarán del Yacimiento Falchani Macusani Puno.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	2021											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Revisión de literatura	X	X	X									
Adquisición de reactivos e insumos				X	X							



Análisis de litio						X						
Pruebas de lixiviación de litio							X	X	X	X		
Tratamiento de datos											X	
Entrega de informe final												X

XVI. Presupuesto

Rubro	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio subtotal (S/.)
Personal				
Investigador	Personas	1	1000.00	1000.00
Técnico de apoyo	Personas	1	1000.00	1000.00
Materiales, equipos				
Reactivo H ₂ SO ₄	Frasco	1	150.00	150.00
Reactivo CaCO ₃	Frasco	1	120.00	120.00
Reactivo Na ₂ CO ₃	Frasco	1	150.00	150.00
Reactivo Na ₂ SO ₄	Frasco	1	160.00	160.00
Reactivo Na ₂ C ₂ O ₄	Frasco	1	180.00	180.00
Equipo autoclave	Unidad	1	5000.00	4000.00
Servicios				
Análisis de litio	Muestras	10	100.00	1000.00
TOTAL S/.				5450.00