



## Tecnologías aplicadas a procesos hidrometalúrgicos

BOLETÍN DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

# Contenido

<b>1. Desarrollos tecnológicos relevantes</b> .....	<b>4</b>
Gestión de métodos y procesos para eliminar los compuestos a base de Silicio (Si) del licor de lixiviación y su uso .....	4
Método de recuperación de oro de una solución de cloruro de cobre concentrado que contiene oro .....	4
Proceso y aparato para el tostado de concentrados y/o residuos de sulfuro metálico .....	5
Método de producción de sulfuro de Ni/Co y sistemas de estabilización del grado de hierro..	6
Método hidrometalúrgico para mineral de óxido de níquel.....	7
Método de lixiviación de sulfuro mezclado que contiene níquel y cobalto .....	8
Isoparafinas renovables como diluyente en el proceso hidrometalúrgico de extracción líquido-líquido .....	9
Un método y adaptación para el seguimiento de un proceso hidrometalúrgico de extracción líquido-líquido.....	9
Optimización de la recuperación selectiva de oro a partir de residuos electrónicos mediante hidrometalurgia y adsorción.....	11
El reprocesamiento de relaves sulfídicos hidrometalúrgicos por biolixiviación: la extracción de metales y el uso de licores biogénicos.....	11
Recuperación de metales a partir de desechos mineros: el efecto de los compuestos de biochar-fe en la inmovilización del arsénico .....	14
Acceso a metales con bajo grado de minerales y consideraciones de impacto ambiental: una revisión de las perspectivas de las estrategias convencionales frente a las de biolixiviación ..	15
Recuperación secuencial de Cu(II), Cr(III) y Zn(II) a partir de la solución de lixiviación de lodos de galvanoplastia mediante un método de biosorción en línea con control de dosificación ..	15
Intensificación de la lixiviación de cobre de montones mediante oxidación biológica .....	16
Evaluación de la lixiviación de cobre para su posterior recuperación de los vertederos del distrito minero de Linares y su uso para materiales de construcción.....	17
<b>2. Análisis de oportunidades</b> .....	<b>18</b>
El ingenioso desafío de extracción de OZ Minerals arroja algunas posibles respuestas para una mejor recuperación de cobre .....	18
La gran pregunta sin respuesta de las baterías de litio.....	19
Metso Outotec realizará una revisión estratégica en los segmentos del área de negocio de Metales.....	20
HALMEK LITHIUM trabajará con Metso Outotec en planta de hidróxido de litio .....	21

---

Volkswagen utilizará la hidrometalurgia para reciclar el 95 por ciento de una célula .....	22
<b>3. Centros de desarrollo tecnológico.....</b>	<b>24</b>
<b>4. Campos tecnológicos de aplicación.....</b>	<b>25</b>

# 1. Desarrollos tecnológicos relevantes

## Gestión de métodos y procesos para eliminar los compuestos a base de Silicio (Si) del licor de lixiviación y su uso



[CN113573817A](#)



METSO MINERALES OY



29/10/2021

La invención se refiere a un método para eliminar compuestos a base de Si de un licor de lixiviación, el método que comprende el suministro del licor de lixiviación (2) desde una etapa de lixiviación (1) a un separador gravitacional sólido-líquido (3) para separar un desbordamiento (4) y un subflujo (15), suministrando un desbordamiento (4) desde el separador gravitacional sólido-líquido (3) a un reactor (6) para formar un licor tratado (9), añadir una fuente de aluminio (5) como primer coagulante al desbordamiento (4) en el reactor (6) para formar silicato de aluminio que contenga partículas en el licor tratado (9), añadir al menos un floculante (7) al licor tratado (9) después del reactor (6) para aumentar el tamaño de partícula del silicato de aluminio que contiene partículas, y suministrar el licor tratado (9) a la flotación de limpieza, en el que al menos el 90 % de las burbujas de gas de flotación muestran un tamaño de 0,2 a 250 [μ]m, en una unidad de flotación de limpieza (10) para recoger al menos las partículas que contienen silicato de aluminio, para separar al menos las partículas de silicato de aluminio que contienen el licor tratado (9) en un desbordamiento de flotación de limpieza y para formar un licor purificado (11) como subflujo de flotación de limpieza.

## Método de recuperación de oro de una solución de cloruro de cobre concentrado que contiene oro



[EA035935B1](#)



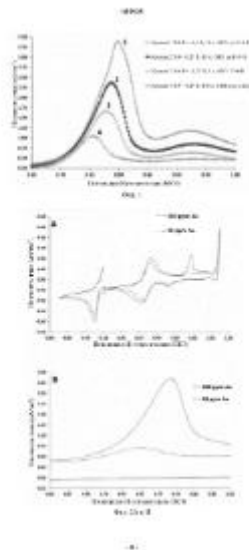
OUTOTEC FINLANDIA OY



3/09/2020

La invención se refiere a un método de recuperación de oro de una solución concentrada de cloruro de cobre que contiene oro que comprende: a) una etapa de electrodeposición, en la que se aplica un potencial externo o corriente reductora a un electrodo contenido en la solución de cloruro de cobre concentrado que contiene oro depositando así cobre y opcionalmente oro en el electrodo, b) un paso de reemplazo redox, en el que el potencial externo aplicado o la corriente reductora se corta o reduce, lo que permite cobre depositado en el electrodo para ser reemplazado espontáneamente por oro contenido en la solución obteniendo así un electrodo que contiene oro.

Figura 1



FUENTE: ESPACENET

## Proceso y aparato para el tostado de concentrados y/o residuos de sulfuro metálico



[US2020010924A1](#)



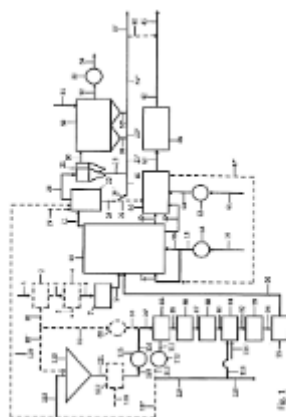
OUTOTEC FINLANDIA OY



9/01/2020

Un proceso para el tostado de concentrado metálico en el que las partículas de concentrado se introducen en un tostador donde se tratan térmicamente a una temperatura en el rango de 500 y 1200 ° C. en un lecho fluidizado para formar una calcina. Al menos partes de la calcina se retiran del tostador junto con una corriente de gas como fracción sólida. Las partículas de concentrado con un diámetro al menos un 50% menor que el diámetro promedio de las partículas de concentrado se separan como partículas pequeñas y / o partículas de la fracción gas-sólido se separan en al menos un paso a medida que las pequeñas partículas de calcina y / o partículas se ganan en otra etapa hidrometalúrgica como otras partículas. Las partículas definidas son peletizadas, por lo que al menos el 80% de los gránulos presentan un diámetro de al menos el 80% del diámetro promedio de las partículas de concentrado. Los pellets se introducen en el tostador.

Figura 2



FUENTE: ESPACENET

## Método de producción de sulfuro de Ni/Co y sistemas de estabilización del grado de hierro



[WO2019172392A1](#)



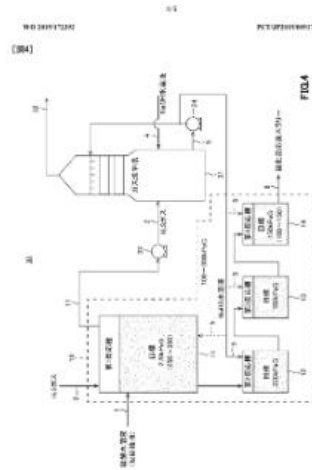
OUTOTEC FINLANDIA OY



12/09/2019

Se proporciona un método para aumentar el rendimiento de Ni de un producto de sulfuro y reducir el grado de hierro F. Este método comprende: paso (S10) para someter una solución acuosa de ácido sulfúrico que contiene Ni/Co (1) a una reacción de sulfuración con gas H<sub>2</sub>S (2); paso (S20) para recuperar Ni/Co en estado de sulfuro; paso (S30) para recuperar el gas H<sub>2</sub>S (2) como solución acuosa de NaHS (5); y paso (S40) para añadir la solución acuosa de NaHS (5) a la solución acuosa de ácido sulfúrico (1). El paso de reacción de sulfuración (S10) comprende, además: primer paso de reacción (S11) para someter la solución acuosa de ácido sulfúrico (1) a la reacción de sulfuración con el gas H<sub>2</sub>S (2); y segundo paso de reacción (S12) para someter la solución acuosa de ácido sulfúrico (1) a una reacción de sulfuración con la solución acuosa de NaHS (5). En el paso (S40) para controlar la cantidad de adición de la solución acuosa de NaHS, el índice de gestión (W), que se define como  $W = X / Y$ , satisface el requisito:  $W \leq 0.15 \text{ vol\%}$  [en el que X representa el caudal de adición de la solución acuosa de NaHS (5) e Y representa el caudal de la solución acuosa de ácido sulfúrico (1) suministrada en la segunda etapa de reacción (S12)].

Figura 3



FUENTE: ESPACENET

## Método hidrometalúrgico para mineral de óxido de níquel



[EP3533888A1](#)



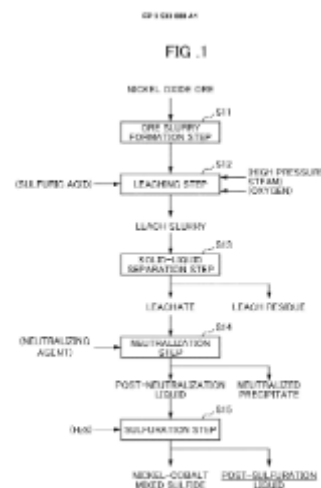
SUMITOMO METAL MINING CO



4/09/2019

Se proporciona un método hidrometalúrgico para un mineral de óxido de níquel en el que, incluso en el caso de que se trate un mineral de óxido de níquel con un alto contenido de carbono, se pueda inhibir eficientemente el hierro de la lixiviación, se pueda reducir la cantidad de ácido sulfúrico utilizado y la cantidad de un neutralizador utilizado, y se pueda reducir el costo de energía de manera efectiva. Este método hidrometalúrgico para un mineral de óxido de níquel se caracteriza por comprender una etapa de lixiviación para preparar una lechada de un mineral de óxido de níquel con una calidad de carbono de 0.20% de masa o más, agregar ácido sulfúrico a la suspensión de mineral en un recipiente de reacción y someter la suspensión resultante a un tratamiento de lixiviación a alta temperatura y alta presión, para obtener un líquido lixiviado que contenga níquel y cobalto, en el que, en la etapa de lixiviación, el potencial redox (basado en Ag / AgCl) en el tratamiento de lixiviación se controla a 520-560 mV suministrando solo oxígeno a alta presión.

Figura 4



FUENTE: ESPACENET

## Método de lixiviación de sulfuro mezclado que contiene níquel y cobalto



[JP2019081920A](#)



SUMITOMO METAL MINING CO

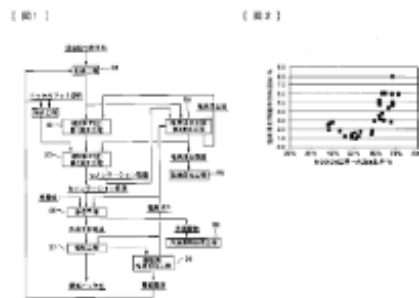


30/05/2019

Proporcionar un método para lixiviar un sulfuro mixto que proceda eficientemente a una reacción de lixiviación de cloro y pueda mejorar una proporción del sulfuro mezclado en una materia prima total. SOLUCIÓN: Un método para lixiviar un sulfuro mezclado incluye: una primera etapa de lixiviación S2 de agregar 40-60% de una materia prima de sulfuro mezclado producida por un método de refinación de tipo húmedo a una solución acuosa de cloruro de níquel que contiene cobre y reducir los iones de cobre divalentes en la solución acuosa a iones de cobre monovalentes para lixiviar níquel del sulfuro mezclado; una segunda etapa de lixiviación S3 de agregar una materia prima de sulfuro de níquel producida por un método de refinación de tipo seco a una primera lechada obtenida en la primera etapa de lixiviación S2 para inmovilizar los iones de cobre monovalentes en la primera suspensión en forma de sulfuro de cobre, y lixiviar el níquel de la materia prima de sulfuro de níquel; y una tercera etapa de lixiviación S4 de someter un residuo obtenido por sólido-líquido separando un segundo purín obtenido en la segunda etapa de lixiviación S3 y un balance de la materia prima de sulfuro mezclado a tratamiento de lixiviación con cloro gaseoso.



Figura 5



FUENTE: ESPACENET

## Isoparafinas renovables como diluyente en el proceso hidrometalúrgico de extracción líquido-líquido



[EP3481794A1](#)



OUTOTEC FINLANDIA OY



15/05/2019

La presente invención se refiere a tecnologías hidrometalúrgicas en las que la extracción líquido-líquido, también llamada extracción con disolvente, se utiliza para separar y concentrar iones metálicos. Más particularmente, la invención se refiere a la extracción con solvente de cobre y un diluyente útil en la extracción con solvente de cobre. La invención proporciona una composición de base biológica que cumple con las propiedades físico-químicas que se requieren para la extracción con disolvente. Además, la invención proporciona una composición, que además de proporcionar una alternativa más respetuosa con el medio ambiente, también mejora el proceso de extracción con disolvente del cobre.

Figura 6

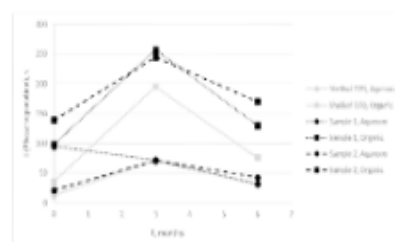


Figura 6

FUENTE: ESPACENET

## Un método y adaptación para el seguimiento de un proceso hidrometalúrgico de extracción líquido-líquido



[WO2017109294A1"](#)



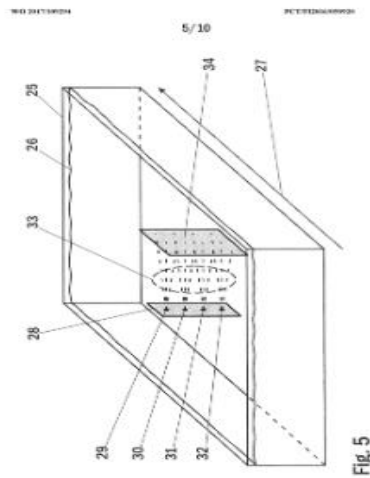
OUTOTEC FINLANDIA OY



29/06/2017

La presente invención se refiere al campo de la ingeniería mineral y la metalurgia y las tecnologías hidrometalúrgicas en general y a la extracción de compuestos metálicos de minerales o concentrados por procesos húmedos, y más particularmente a un método y un arreglo para el monitoreo de un proceso hidrometalúrgico de extracción líquido-líquido. Un arreglo para el monitoreo de un proceso de extracción líquido-líquido hidrometalúrgico de acuerdo con la presente invención comprende al menos una unidad de tubo de rayos X (28), (53), dicha al menos una unidad de tubo de rayos X (28), (53) que comprende al menos una fuente de transmisión de rayos X (29-32), (55-58), dicha al menos una fuente de transmisión de rayos X (29-32), (55-58) que está dispuesta para transmitir radiación de rayos X a dicha al menos una célula de sedimentación (25), y al menos una unidad de sensor de rayos X (34), (54) dispuesta para detectar la radiación de rayos X (33), (59) que viaja dentro de dicha al menos una célula de sedimentación (25), y una unidad de procesamiento de datos del sensor, que dicha unidad de procesamiento de datos del sensor proporciona una im-edad bidimensional o tridimensional relacionada con la atenuación de los rayos X por el sistema líquido-líquido (26) dentro de la célula sedimentadora (25).

Figura 7



FUENTE: ESPACENET

## Optimización de la recuperación selectiva de oro a partir de residuos electrónicos mediante hidrometalurgia y adsorción



[Seguridad de procesos y protección del medio ambiente Volumen 163, páginas 659 - 668](#)



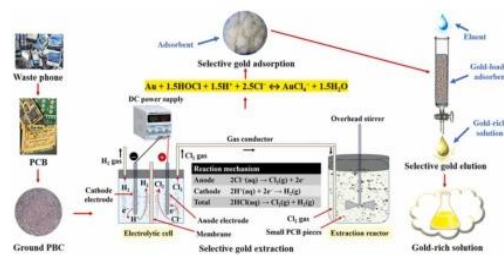
Chuchai et al.



2022

La viabilidad de la hidrometalurgia para la extracción de metales a partir de desechos electrónicos se investigó en el trabajo actual. Las muestras fueron molidas y extraídas preliminarmente por ácido nítrico y agua regia. Las concentraciones de oro en ácido nítrico y agua regia se midieron como 1,82 mg L<sup>-1</sup> y 29,45 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Además, se estudiaron los rendimientos de extracción utilizando Cl<sub>2</sub> (oxidante). Los experimentos se llevaron a cabo conectando un reactor de extracción a un electrogenerador oxidante. Se encontró que el cobre y el oro se extrajeron principalmente ajustando diferentes condiciones de extracción, como el tiempo de extracción, la concentración de HCl, la temperatura de extracción, la densidad de corriente, el rango de tamaño de partícula, la masa de la muestra (densidad de la solución) y la velocidad de agitación. Se emplearon dos pasos de extracción específicos para extraer selectivamente cobre y oro. Se detectó que el 98,1 % del cobre se extrajo utilizando la primera etapa de extracción dos veces, mientras que, en la etapa final, el 95,1 % del oro se extrajo de la muestra de residuos de la primera etapa. Se investigaron los rendimientos de recuperación de oro de cinco resinas diferentes, y las resinas IRA402 Cl y HPR9700 manifestaron la mayor capacidad de adsorción y selectividad. Se encontró que el mecanismo de adsorción era un proceso de adsorción monocapa, y las capacidades de adsorción de las resinas IRA402 Cl y HPR9700 alcanzaron 303,8 mg g<sup>-1</sup> y 295,4 mg g<sup>-1</sup>, respectivamente. Finalmente, la desorción de oro de estas resinas se realizó con éxito utilizando una mezcla de acetona-HCl como eluyente. Las pruebas de reutilización revelaron que estas dos resinas podrían reutilizarse al menos 6-7 veces con una pérdida de capacidad de adsorción de menos del 10 %.

Figura 8



FUENTE: SCOPUS

## El reprocesamiento de relaves sulfídicos hidrometalúrgicos por biolixiviación: la extracción de metales y el uso de licores biogénicos



[Ingeniería de Minerales, Volumen 176](#)



Lorenzo-Tallafigo et al.



Los procesos mineralúrgicos y metalúrgicos generan una gran cantidad de residuos nocivos. Estos desechos generalmente contienen una fracción considerable de sulfuros y un bajo porcentaje de metales objetivo. Debido a sus características, los principales problemas ambientales se refieren a la generación de drenaje ácido de la mina y la liberación de metales. La biolixiviación de estos relaves puede considerarse como un proceso de ganar-ganar debido a que la oxidación controlada de los sulfuros evita los principales problemas ambientales, mientras que los metales objetivo se pueden recuperar. En este trabajo, un residuo compuesto de pirita (50,4%) y cuarzo, que contiene varios metales no ferrosos, fue reprocesado por biolixiviación de salmuera. Los sulfuros de cobre y zinc exhibieron un comportamiento refractario en la biolixiviación debido a que estos relaves fueron previamente lixiviados, siendo la velocidad de disolución controlada por transferencia de masa. El cobalto está directamente relacionado con la matriz de pirita, requiriendo la eliminación de pirita para extraerla. La disolución de pirita también se controló por transferencia de masa, aumentando la velocidad de disolución cuando se mejoraron las condiciones del biorreactor. Después de 10 días de biolixiviación en un reactor de tanque agitado, se disolvieron el 87,2% de Co, el 43,6% de Zn, el 40,4% de Cu y el 96,0% de FeS<sub>2</sub>. Además, después de la biolixiviación, se disolvieron 55,9% de Pb y 37,9% de Ag mediante lixiviación de cloruro en condiciones moderadas (100 g/L de NaCl, 10 g/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 60 °C y 1 h). Teniendo en cuenta la extracción de metales y el ahorro en los costos de gestión de los relaves, el reprocesamiento de estos relaves no fue económicamente factible debido a la baja ley de los metales objetivo. Sin embargo, durante la biolixiviación, se liberó una gran cantidad de ion férrico y ácido sulfúrico que podrían usarse en el circuito hidrometalúrgico como licor de lixiviación. Este ahorro aumentó los ingresos por reprocesamiento de relaves, obteniendo una tasa interna de retorno del 10% con una tasa de alimentación de 260 t/d.

## Evaluación del ciclo de vida y análisis de costos para la industria hidrometalúrgica del cobre en China



[Revista de Gestión Ambiental. Volumen 309](#)



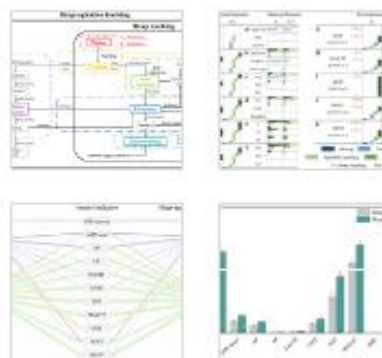
Yang et al.



2022

Comprender los impactos ambientales y económicos de la hidrometalurgia del cobre a lo largo de todo el ciclo de vida es necesario para el desarrollo sostenible de la industria del cobre. En este estudio, los impactos ambientales y los costos económicos a lo largo de las dos principales rutas hidrometalúrgicas del cobre en China, incluida la lixiviación en pilas y la lixiviación por agitación en pilas, se analizan y comparan utilizando la técnica de evaluación del ciclo de vida (ACV) y el costo del ciclo de vida (LCC). El inventario del ciclo de vida compilado a partir de las estadísticas anuales de la mina de cobre Muliashi y los datos sobre el proceso de energía y materiales se basan en las bases de datos GaBi. Los impactos ambientales se cuantifican en 12 indicadores. Los resultados muestran que, en comparación con la ruta de lixiviación en pilas, la ruta de lixiviación de agitación en pilas reduce el 36,8% del potencial de agotamiento abiótico (elementos ADP), pero aumenta más de la mitad de la demanda acumulada de energía (CED), el potencial de ecotoxicidad acuática marina (MAETP) y el potencial de toxicidad humana (HTP). Además, la etapa de electroobtención y lixiviación por agitación contribuye con el mayor impacto ambiental a la lixiviación en pilas y la ruta de lixiviación por agitación en pilas, respectivamente. Esto se debe principalmente al gran consumo de electricidad y ácido sulfúrico. El análisis del costo económico revela que la ruta de lixiviación en pilas necesita un costo interno de \$ 3225 / t Cu y un costo externo de \$ 426 / t Cu. En comparación con la ruta de lixiviación en pilas, la ruta de lixiviación de agitación en pilas aumentó el costo interno y externo en un 18.9% y 54.2%, respectivamente. Pero el rendimiento económico de la lixiviación por agitación en pilas es el doble que el de la lixiviación en pilas. En conjunto, estos resultados indican que la lixiviación por agitación en pilas tiene un mayor impacto ambiental y un mayor beneficio económico que la lixiviación en pilas, lo que es útil para que el gobierno diseñe políticas de compensación ecológica en el equilibrio entre el medio ambiente ecológico y el desarrollo económico.

Figura 9



FUENTE: SCOPUS

## Recuperación de metales a partir de desechos mineros: el efecto de los compuestos de biochar-fe en la inmovilización del arsénico



[Revista de Metalurgia Sostenible, Volumen 8, Número 1, Páginas 419 - 429](#)



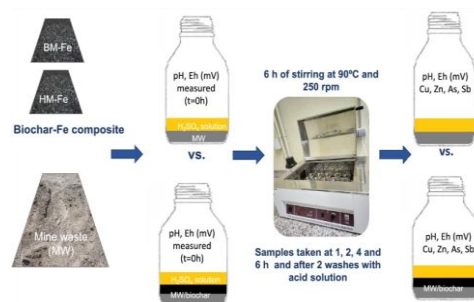
Álvarez et al.



2022

Los desechos mineros son un problema ambiental importante de las principales actividades mineras. Sin embargo, en los últimos años, relacionados con la estrategia de economía circular, algunos de estos residuos han sido considerados como fuente secundaria de materias primas. En general, el contenido de metales muestra bajas concentraciones y su recuperación hizo necesario el desarrollo de tecnologías baratas y sostenibles. El objetivo principal de la presente investigación es estudiar la recuperación potencial de zinc a partir de un residuo minero (MW) originado en una antigua explotación minera de zinc/plomo. Se utilizaron dos compuestos de biochar-Fe (BM-Fe y HM-Fe) como catalizadores en la lixiviación de zinc y cobre. Los biochars se obtuvieron por pirólisis de residuos de poda (BM-Fe) o hidrochar a partir de residuos de poda (HM-Fe), impregnados con sulfato férrico al 5% en peso. El uso de los dos biochars no mejoró la cantidad de zinc recuperado, pero fue capaz de reducir, significativamente, la lixiviación de arsénico, promoviendo su inmovilización en el residuo final.

Figura 10



FUENTE: SPRINGER

## Acceso a metales con bajo grado de minerales y consideraciones de impacto ambiental: una revisión de las perspectivas de las estrategias convencionales frente a las de biolixiviación



[Minerales, Volumen 12, Número 5](#)



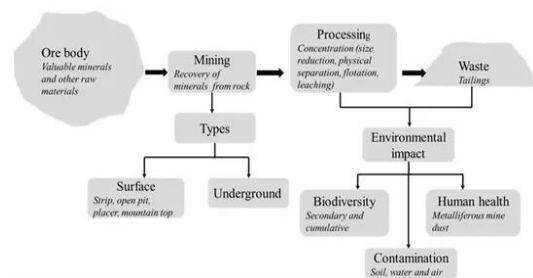
Nkuna et al.



2022

La minería ha avanzado principalmente mediante el uso de dos estrategias: la pirometalurgia y la hidrometalurgia. Ambos se han utilizado con éxito para extraer metales valiosos de los depósitos de mineral. Estas estrategias, sin duda, dañan el medio ambiente. Además, debido a décadas de minería excesiva, ha habido una disminución global de los minerales de alta ley. Esto ha resultado en una disminución en la oferta de metales valiosos, lo que ha provocado una reconsideración de estas estrategias tradicionales, ya que la industria enfrenta el desafío actual de acceder a los metales valiosos altamente buscados de minerales de baja ley. Esta revisión describe estos desafíos en detalle, proporciona información sobre los problemas de recuperación de metales y describe los avances tecnológicos que se están realizando para abordar los problemas asociados con el tratamiento de metales de baja ley. También discute el cambio de paradigma pragmático que requiere el uso de soluciones biotecnológicas proporcionadas por la biolixiviación, particularmente su respeto por el medio ambiente. Sin embargo, continúa criticando las deficiencias de la biolixiviación al tiempo que destaca las posibles soluciones proporcionadas por un enfoque a medida que integra las aplicaciones de investigación de las tecnologías ómicas y sus aplicaciones en la adaptación de microorganismos de biolixiviación y su interacción con los entornos hostiles asociados con la degradación del mineral metálico.

Figura 11



FUENTE: SCOPUS

## Recuperación secuencial de Cu(II), Cr(III) y Zn(II) a partir de la solución de lixiviación de lodos de galvanoplastia mediante un método de biosorción en línea con control de dosificación



[Journal of Cleaner Production, Volumen 337](#)



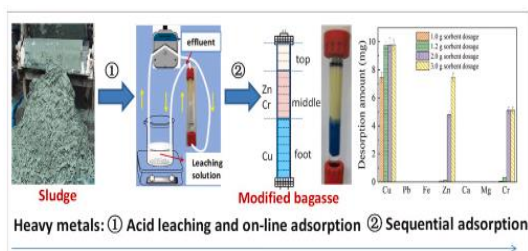
Wang et al.



2022

La lixiviación hidrometalúrgica es un método común utilizado para reciclar metales pesados de lodos de galvanoplastia, pero la separación posterior de metales pesados de la solución de lixiviación compleja es difícil. En este estudio, Cu(II), Zn(II) y Cr(III) se reciclaron secuencialmente a partir de lodos de galvanoplastia mediante un método de biosorción en línea con control de dosificación. Los resultados mostraron que los tres metales existían principalmente en sus formas lábiles y podían ser lixiviados por HNO<sub>3</sub>. Se preparó una serie de biosorbentes de bagazo modificados con aminas, y se eligió un sorbente modificado con dietilentriamina y se fijó en una columna para eliminar los metales pesados de la solución de lixiviación. Los experimentos de dosificación de sorbente mostraron que Cu(II) se recicló exclusivamente a una dosis de 1.5 g / L, mientras que Zn (II) y Cr (III) se reciclaron simultáneamente a una dosis de 3.8 g / L al tratar 800 mL de un agente lixiviante que contiene 13.4, 9.9 y 7.1 mg / L de Cu, Zn y Cr. Se obtuvo una relación lineal entre la dosis y la cantidad de iones metálicos adsorbidos. Los resultados de XPS ilustraron que la columna tenía un orden de afinidad de adsorción de Cu(II)>Zn(II), Cr(III)>>Ca(II), Mg(II). Cu(II) se enriqueció en la capa del pie, y Zn(II) y Cr(III) se enriquecieron en la capa media de la columna, mientras que los coiones no pudieron ser absorbidos. De acuerdo con estos resultados, Cu(II), Zn(II) y Cr(III) podrían reciclarse secuencialmente mediante el uso de estas columnas en serie.

Figura 12



FUENTE: SCOPUS

## Intensificación de la lixiviación de cobre de montones mediante oxidación biológica



[Metalurgia, Volumen 61, Número 3-4, Páginas 789 - 792](#)



Koizhanova et al.



2022

El artículo presenta los resultados de experimentos destinados a lixiviar cobre de montones de mineral de composición mineral compleja bioquímicamente. El procesamiento de tales montones es complicado debido a la presencia de minerales de cobre oxidados entre fragmentos significativos de minerales de sulfuro y silicatos de hierro-calcio. Este factor no permite realizar la lixiviación de ácido sulfúrico estándar de manera efectiva sin el uso de catalizadores de oxidación adicionales, o aplicar métodos de beneficio para ese tipo de materias primas. El uso de la bacteria *A. ferrooxidans* adaptada a la composición del vertedero de cobre, como agente biocatalítico, acelera significativamente el proceso de lixiviación y aumenta el grado de recuperación de cobre en la solución productiva.



## Evaluación de la lixiviación de cobre para su posterior recuperación de los vertederos del distrito minero de Linares y su uso para materiales de construcción



[Metales, Volumen 11, Número 8](#)



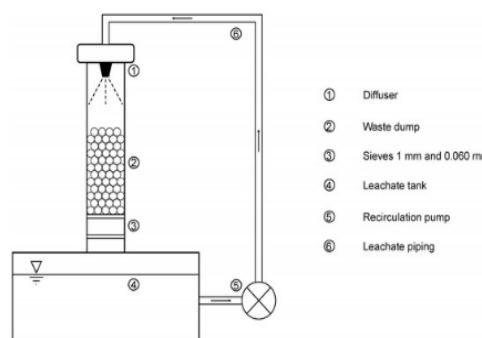
Terrones-Saeta et al.



2022

El desarrollo del bienestar de la población implica el uso de diferentes materias primas. Sin embargo, los elementos metálicos como el cobre son actualmente escasos debido a su uso intensivo en diferentes sectores. Por ello, se deben buscar nuevas fuentes de materias primas que aporten estos elementos, sean de menor coste, y utilicen los residuos para su extracción. Por este motivo, en esta investigación se estudian diferentes vertederos de residuos de la comarca minera de Linares (España) para evaluar la existencia de cobre valorizable mediante técnicas hidrometalúrgicas. El material del vertedero seleccionado como potencialmente viable se lixivía con diferentes soluciones de ácido sulfúrico (0,25, 0,5, 1 y 2 mol) y en diferentes momentos, obteniendo concentraciones de cobre utilizables para procesos hidrometalúrgicos posteriores. Además, para desarrollar una hidrometalurgia ambiental, se caracterizan los residuos de lixiviación, y se hacen mezclas bituminosas con ellos. Los resultados de la presente investigación mostraron que fue posible recuperar el 80% del cobre en los vertederos de residuos del distrito minero de Linares con soluciones de 1 y 2 mol de ácido sulfúrico. Al mismo tiempo, se encontró que los residuos del proceso de lixiviación eran adecuados para su uso como agregado en mezclas bituminosas.

Figura 13



FUENTE: SCOPUS

## 2. Análisis de oportunidades

### El ingenioso desafío de extracción de OZ Minerals arroja algunas posibles respuestas para una mejor recuperación de cobre



[Minería Internacional](#)



10/06/2022

OZ Minerals recientemente se propuso contribuir a la aceleración de la producción responsable de metales por parte de la industria del cobre a través del desafío del innovador Ingenious Extraction, cuyos resultados acaban de publicarse. El documento en profundidad explora posibles métodos y tecnologías de extracción, utilizando específicamente técnicas de lixiviación de concentrados que pueden funcionar económicamente a escala. También describe los próximos pasos que se tomarán en función del impulso creado a través del desafío y cómo esto apoya a OZ Minerals en el logro de producir productos limpios y de valor agregado de manera transparente.

El minero afirma: "El cobre es un ingrediente esencial en la transición hacia un futuro bajo en carbono. Los vehículos eléctricos reemplazarán a los vehículos de combustión, con un EV promedio que contiene 83 kg de cobre. Las soluciones de energía renovable, incluidas la solar y la eólica, reemplazarán al carbón y al gas, con una turbina eólica estándar que contiene hasta 4,7 t de cobre. El cobre es el mejor conductor no precioso de electricidad y calor y, por lo tanto, desempeñará un papel esencial en la transición a las tecnologías verdes... es ampliamente aceptado que las leyes promedio de mineral en las minas de cobre se están reduciendo constantemente. A medida que las leyes del mineral han disminuido, las minas se han vuelto más grandes para mantener la rentabilidad, creando una mayor presión sobre la energía, el agua y los recursos de uso de la tierra. La industria minera tendrá que responder al desafío de crear un suministro sostenible de materias primas producidas de manera responsable en este contexto de caída de las leyes de mineral".

Unos 260 participantes de 40 países participaron en este desafío a través de la incubadora, creando redes industriales duraderas y valiosas. De este grupo, Think & Act Different seleccionó siete equipos como finalistas. Cada equipo propuso nuevos e innovadores sistemas de extracción con potencial de recuperación económica de metales a partir de concentrado de cobre. Se financiaron varios experimentos para validar el rendimiento de estos procesos. OZ Minerals continuará el desarrollo de una serie de tecnologías prometedoras. La tecnología BIOX, ahora parte de Metso Outotec, que utiliza bacterias para lixiviar minerales de cobre y cobalto, se encuentra actualmente en pruebas piloto y pronto será objeto de un estudio de viabilidad. Un sistema de cloruro férrico se está probando aún más, con la intención de pasar a pruebas piloto y prefactibilidad más adelante en 2022. Los sistemas de tiocianato y GlyCat para la recuperación de oro también se están probando más a fondo y se incorporarán a futuros programas piloto".

Figura 14



FUENTE: INTERNATIONAL MINING (IM)

## La gran pregunta sin respuesta de las baterías de litio



[BBC](#)



5/01/2022

"A medida que el zumbido silencioso de los vehículos eléctricos reemplaza gradualmente las revoluciones y los humos nocivos de los motores de combustión interna, una serie de cambios se filtran a través de nuestro mundo familiar. El olor abrumador de las estaciones de servicio se desvanecerá en estaciones de carga inodoras donde los automóviles pueden volver a exprimir sus baterías según sea necesario. Mientras tanto, los sitios de generadores a gas que salpican el horizonte pueden ser modernizados para albergar baterías masivas que algún día podrían alimentar ciudades enteras con energía renovable.

Este futuro electrificado está mucho más cerca de lo que piensas. General Motors anunció a principios de este año que planea dejar de vender vehículos a gasolina para 2035. El objetivo de Audi es dejar de producirlos para 2033, y muchas otras grandes compañías automotrices están siguiendo su ejemplo. De hecho, según BloombergNEF, dos tercios de las ventas mundiales de vehículos de pasajeros serán eléctricas para 2040. Y los sistemas a escala de red en todo el mundo están creciendo rápidamente gracias al avance de la tecnología de almacenamiento de baterías.

Si bien esto puede sonar como el camino ideal hacia la energía sostenible y los viajes por carretera, hay un gran problema. Actualmente, las baterías de iones de litio (Li) son las que se usan típicamente en los vehículos eléctricos y las megabaterías utilizadas para almacenar energía de fuentes renovables, y las baterías de Li son difíciles de reciclar".

Figura 15



FUENTE: BBC

## Metso Outotec realizará una revisión estratégica en los segmentos del área de negocio de Metales



[Minería Internacional](#)



17/01/2022

"Metso Outotec dice que tomará los próximos pasos de desarrollo estructural en su cartera de negocios, luego de la integración completa de su negocio de Minerales y el cambio exitoso de su negocio de Metales.

La compañía planea cambiar la estructura de su área de negocios y los segmentos de informes relacionados mediante la transferencia del negocio de Hidrometalurgia de Metales a Minerales. El objetivo del cambio es acelerar el crecimiento rentable de Metso Outotec en la industria de procesamiento de minerales aprovechando de manera más eficiente las oportunidades y sinergias en los procesos minerales e hidrometalúrgicos.

Metso Outotec, que tiene hidrometalurgia como parte del negocio de Minerals, permitirá un mejor servicio al cliente con una oferta de productos Planet Positive competitiva y totalmente integrada, así como una integración más estrecha con los procesos de los clientes a través de la digitalización. En el futuro, los negocios de productos químicos para oro y baterías se encuentran entre las nuevas e interesantes áreas de crecimiento sinérgico.

Se llevará a cabo una revisión estratégica en el área de negocio restante de Metales, que consiste en las líneas de negocio de Fundición, Metales y Procesamiento Químico y Ferroso y Transferencia de Calor, así como los servicios relacionados con el mercado de accesorios. La revisión se centrará en evaluar el mejor entorno para desarrollar el negocio de Metales y su encaje estratégico en la cartera de negocios de Metso Outotec. Se considerarán todas las opciones potenciales, incluido el desarrollo por parte de Metso Outotec, el desarrollo conjunto con un socio o la desinversión. La revisión no tiene ningún impacto en la conducta comercial diaria, las ventas o la ejecución del proyecto de Metals, que continuará con pleno compromiso".

Figura 16



FUENTE: INTERNATIONAL MINING (IM)

## HALMEK LITHIUM trabajará con Metso Outotec en planta de hidróxido de litio



[Minería Internacional](#)



30/06/2021

"HALMEK LITHIUM ha seleccionado el proceso patentado de hidróxido de litio de Metso Outotec para la producción de hidróxido de litio de grado de batería en su planta greenfield en la región de Tula en Rusia.

El valor de la orden, que no se revela, se ha registrado en los pedidos del trimestre de junio de Metals de la compañía recibidos.

El alcance de la entrega de Metso Outotec consiste en la ingeniería y el suministro de equipos clave para el proceso de hidróxido de litio, cuya base será la planta de autoclave Metso Outotec OKTOP®. El proceso de producción ambientalmente racional es uno de los más de 100 productos Planet Positive de Metso Outotec, dijo la compañía.

Pavel Galchenko, vicepresidente de Halmek Lithium, dijo: "Una de las tareas más importantes en el proyecto fue la selección de tecnología. En lugar del procesamiento de ácido sulfúrico más tradicional para producir hidróxido de litio, decidimos elegir el proceso de hidróxido de litio Metso Outotec, ya que es el proceso más prometedor y ambientalmente racional en este momento.

"Las pruebas piloto realizadas en el Centro de Investigación Metso Outotec en Pori, Finlandia, proporcionaron excelentes resultados".

Mikko Rantaharju, vicepresidente de la línea de negocios de hidrometalurgia de Metso Outotec, dijo: "Metso Outotec ha desarrollado tecnologías relacionadas con la roca dura de litio durante unos 20 años. Comenzó con el proceso de carbonato de litio de grado de batería y, cuando el mercado cambió para favorecer el hidróxido de litio, el diagrama de flujo del proceso se convirtió para producir directamente hidróxido de litio monohidrato de grado de batería a partir de espodumeno.

La nueva planta hidrometalúrgica de HALMEK LITHIUM, que complementará su planta de hidróxido de litio existente, está actualmente en construcción. Como materia prima, la nueva planta utilizará concentrado de espodumeno; contará con una capacidad de 20.000 t/a de hidróxido de litio monohidrato de grado batería, que se utiliza en la producción de baterías para vehículos eléctricos. Se planea que la primera línea de producción comience en 2023, y se espera que la segunda línea de producción con una capacidad de 20,000 t / año comience la producción en 2026".

Figura 17



FUENTE: INTERNATIONAL MINING (IM)

## Volkswagen utilizará la hidrometalurgia para reciclar el 95 por ciento de una célula



[InsideEVs](#)



12/05/2021

El enfoque de circuito cerrado que Volkswagen decidió adoptar con sus vehículos eléctricos le exige recuperar las preciosas materias primas contenidas en los paquetes de baterías. En otras palabras, el reciclaje también fue un tema en el Volkswagen Power Day, y la compañía anunció que usaría la hidrometalurgia para recuperar hasta el 95 por ciento del contenido de la batería. Según Thomas Schmall, el 5 por ciento restante se refiere a los separadores de baterías, que no se pueden reciclar. La compañía presentó un video con todos los pasos necesarios para que las materias primas vuelvan a funcionar con baterías. Esto es lo que Transport & Environment destacó en un estudio reciente: cuánto más limpios serán los vehículos eléctricos con el reciclaje en comparación con los automóviles ICE. Un paquete de baterías de 400 kilogramos tiene 126 kg de aluminio, 71 kg de grafito, 41 kg de níquel, 37 kg de electrolito, 22 kg de cobre, 21 kg de plástico y 82 kg de otras materias primas. Recuperar todo eso de una manera económicamente viable puede ser más barato que extraer estos minerales, además de causar menos impactos ambientales. La primera fábrica de reciclaje de Volkswagen será Salzgitter, no por casualidad una de las primeras gigafábricas de 40 GWh de Volkswagen en Europa, además de la que tendrá con Northvolt en Skellefteå, Suecia. Curiosamente, ya está funcionando desde enero, lo que significa que está reciclando paquetes de baterías de otras compañías.

Figura 18

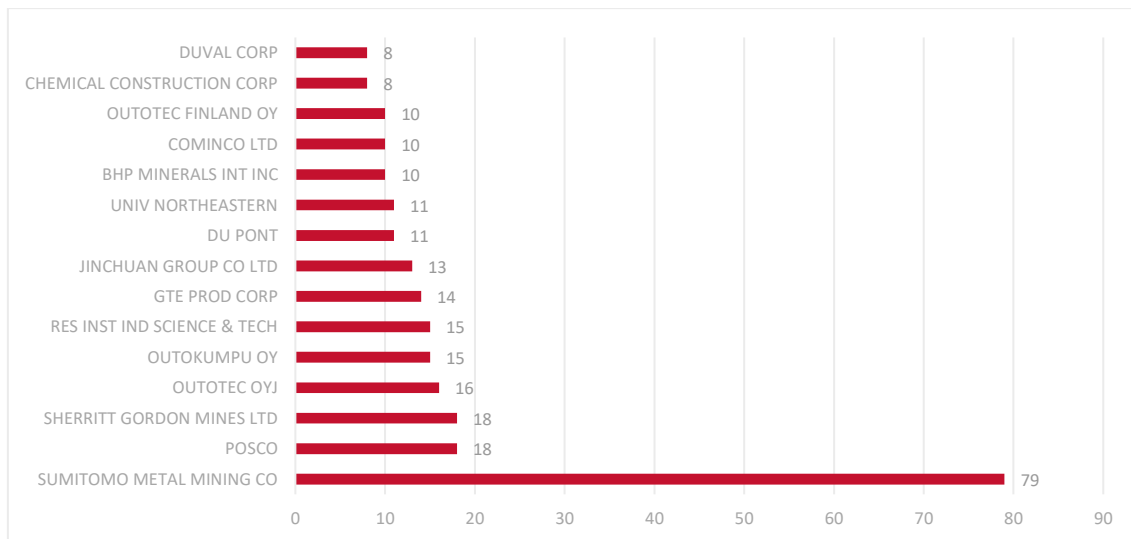


FUENTE: INSIDEEVS

### 3. Centros de desarrollo tecnológico

En la Figura 19. Se muestran los principales centros de desarrollo tecnológico ordenados de forma creciente según el número de patentes publicadas.

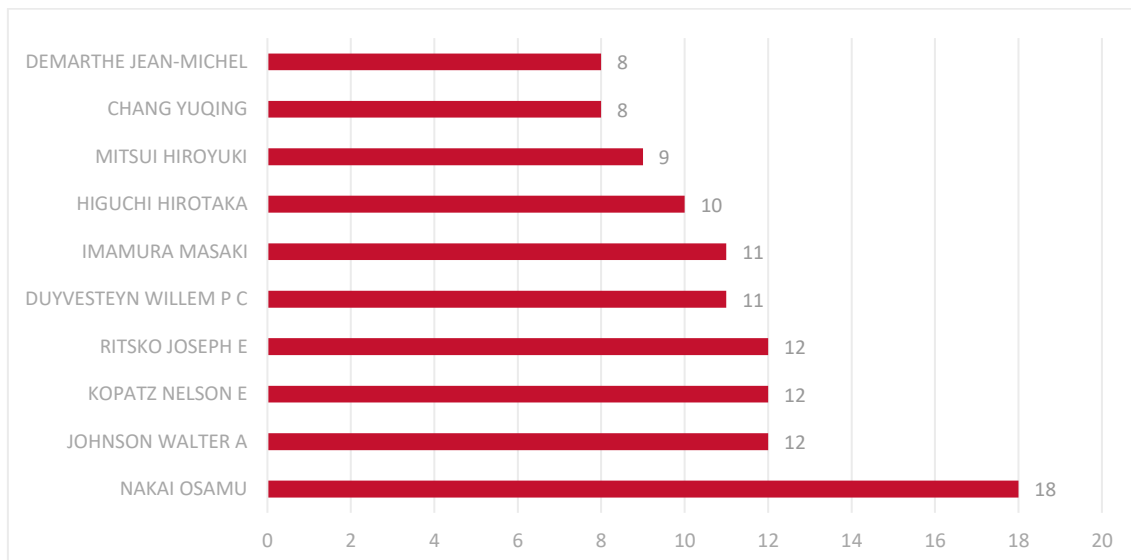
Figura 19. Principales centros de desarrollo tecnológico



FUENTE: ESPACENET

En la Figura 20. Se muestran los principales inventores en orden creciente

Figura 20. Principales inventores



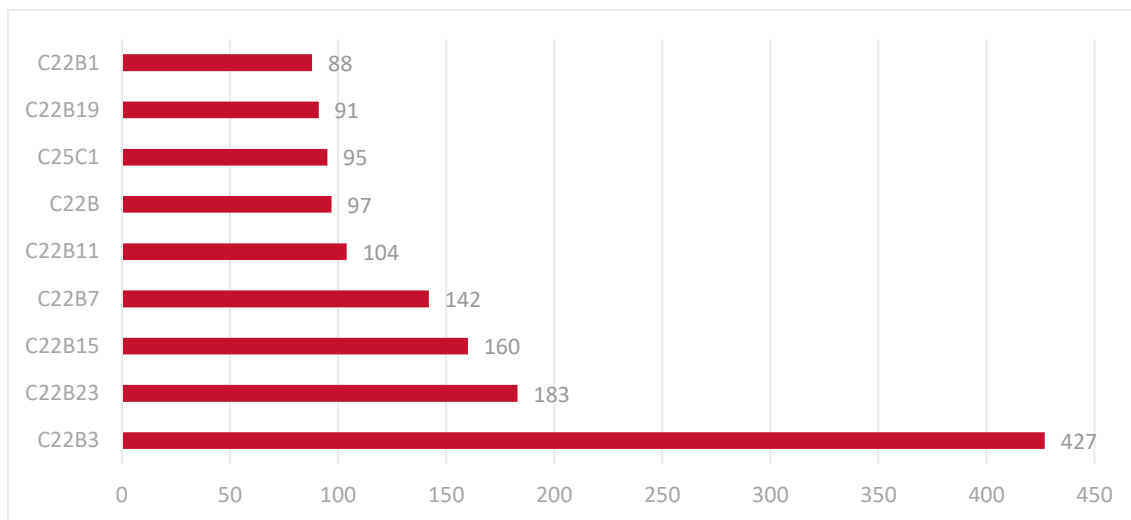
FUENTE: ESPACENET



## 4. Campos tecnológicos de aplicación

En la Figura 21 se detallan las principales áreas tecnológicas con mayor número de patentes publicadas según nomenclatura de la Clasificación Internacional de Patentes (CIP), a nivel de grupos principales, siendo éstos: C22B 3/00, Extracción de compuestos metálicos por vía húmeda a partir de minerales o de concentrados; C22B 23/00, Obtención del níquel o del cobalto; C22B 15/00, Obtención de cobre.

Figura 21. Principales áreas tecnológicas



FUENTE: ESPACENET

Los países más prolíficos en desarrollo tecnológico se muestran en la figura 22. Empresas e instituciones de Estados Unidos, Canadá, Australia y China cuentan con el mayor número de patentes en el campo.

En la figura 23 se detallan las universidades o centros de investigación con mayor número de publicaciones indexadas relacionadas en Scopus.

Figura 22. Países más prolíficos en desarrollo tecnológico

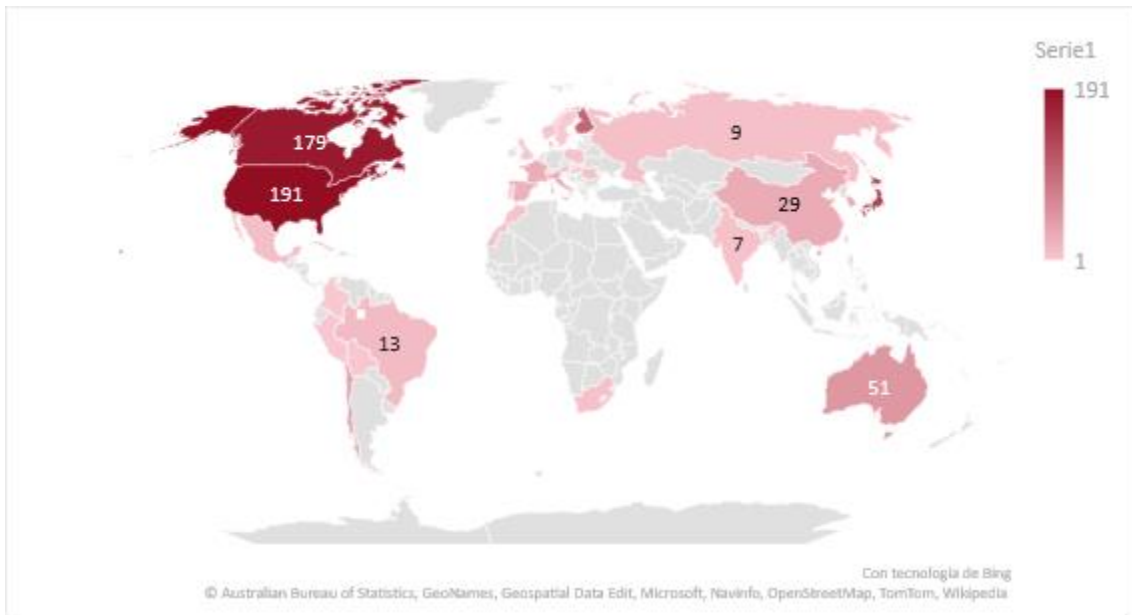
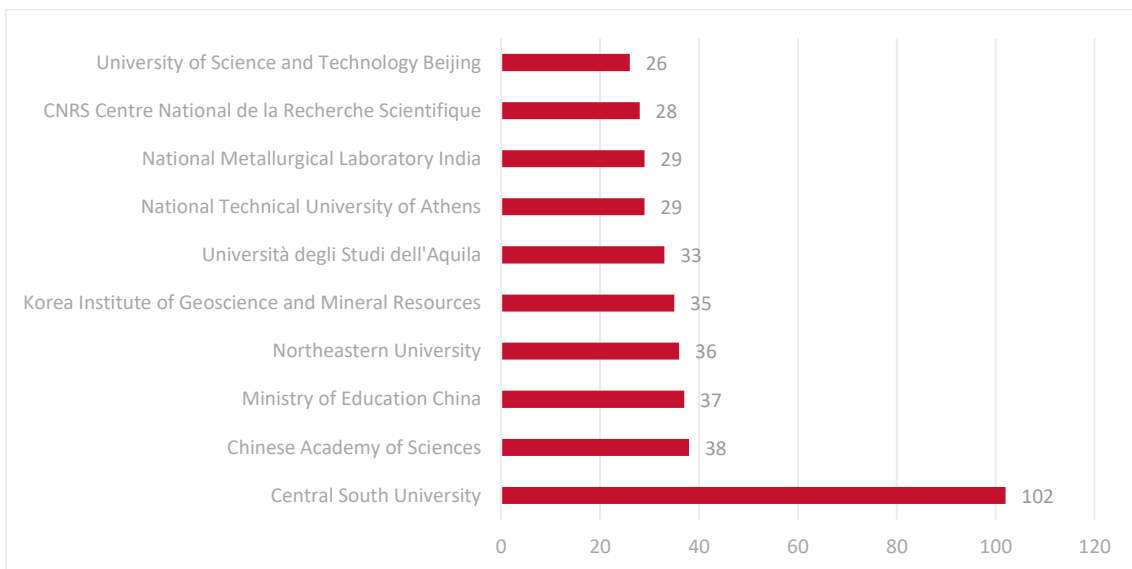


Figura 23. Principales centros de investigación







# ORDEN DE SERVICIO N° PROMPERU

Calle Uno Oeste N° 50 Piso 14 Urb. Corpac, San Isidro  
Teléfono: 616-7300

OS22050077

Fecha: 20/05/2022

Página 1 de 2

N° Exp. SIAF: 0000001823

<b>Señor(es):</b>	ITL SOLUCIONES INTEGRALES SAC	<b>Teléfono/Fax:</b>	
<b>Dirección:</b>	CAL. LOS NARANJOS NRO. 310 (2 CDRAS. ANTES DE CLINICA ESPIRITU SANTO) AREQUIPA AREQUIPA ALTO SELVA ALEGRE	<b>RUC:</b>	20601463572
<b>Distrito:</b>	No Indica	<b>Elaborado Por:</b>	VIVANCO NUNEZ, HEBER
<b>SBS N°:</b>	SBS22000859	<b>Area Solicitante:</b>	Subdirección de Inteligencia y Prospectiva Comercial/Departamento de Inteligencia de Mercados
<b>Garantía:</b>		<b>Solicitante(s):</b>	FLORES ACOSTA, CHRISTIAN EDUARDO
<b>Forma de Pago:</b>	PAGOS PARCIALES	<b>Plazo de Ejecución:</b>	Inicio: 24/05/2022 Fin: 25/07/2022
<b>Nro. PAC:</b>		<b>Evento:</b>	Vigilancia tecnológica para tres líneas prioritizadas vinculadas a la sostenibilidad en procesos mineros
<b>Facturar a Nombre de:</b>	PROMPERÚ 20307167442	<b>Proceso:</b>	8UIT-
		<b>Dirección:</b>	Calle Uno Oeste N° 50 Piso 14 Urb. Corpac, San Isidro

ARTÍCULO				VALOR		
Nro	Cant	U. M.	Descripción	T.M.	UNITARIO	TOTAL
			<b>SERVICIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LAS LINEAS PRIORIZADAS VINCULADAS A LA SOSTENIBILIDAD EN PROCESOS MINEROS</b>			
1	1	Unidad	OTROS SERVICIOS * DE ACUERDO A LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA, OFERTA ADJUNTOS, QUE FORMAN PARTE INTEGRAL DE ESTA ORDEN DE SERVICIO. * DETALLE DEL SERVICIO: PRIORIZAR CINCO PRODUCTOS DE LA SUBLINEA DE PROVEEDORES A LA MINERÍA CON MAYOR POTENCIAL DE DINAMISMO, COMO CONSECUENCIA DE LAS NUEVAS TENDENCIAS EN EL SECTOR MINERO; ENTRE OTROS DETALLES SEGÚN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA. * PLAZO DE EJECUCIÓN: SERÁ HASTA 60 DÍAS CALENDARIO, CONTADOS A PARTIR DEL DÍA SIGUIENTE DE LA ENTREGA DE LOS RECURSOS A SER PROPORCIONADOS POR PROMPERÚ, PREVIA NOTIFICACIÓN DE LA ORDEN DE SERVICIO. * FORMA DE PAGO: DOS PAGOS PARCIALES E IGUALES (50%), A LA ENTREGA Y APROBACION DE CADA PRODUCTO, EN MONEDA NACIONAL, POR TRANSFERENCIA BANCARIA. * PENALIDADES: SEGÚN TERMINOS DE REFERENCIA.	S/	30,101.69492	30,101.69
					<b>Sub-Total</b>	<b>30,101.69</b>
					<b>I.G.V</b>	<b>5,418.31</b>
					<b>Total S/</b>	<b>35,520.00</b>

Observaciones: Monto (S/.): 35,520.00 TC.S/ (1)

AFECTACIÓN PRESUPUESTAL										AFECTACIÓN PRESUPUESTAL			
Area	Sub area	Partida	Fte	Crédito Pptal S/.	Meta	Fte	Función	Prog	Sub Prog	Actividad	Componente	Clasificador	Crédito Pptal S/.
SDIPC	DIM	0134.2022	ROT	35.520,00	0003	00	08	021	0044	0107446	5004443	2.3.02.07.11.99	35.520,00

En el caso que el plazo de entrega venciera en un día inhábil, se entenderá prorrogado hasta el primer día hábil siguiente.

El proveedor deberá hacer entrega de la Factura o Recibo de Honorarios Profesionales, según corresponda; indicando en el mismo el número de la O/S correspondiente, los días lunes, miércoles o viernes de 09:00 a 13:00 horas, en la Unidad de Asuntos Financieros ubicada en Calle Uno Oeste N° 50, Piso 14, Edificio MINCETUR, San Isidro - Lima 27.

"A partir del 01 de Noviembre del 2002, mediante Resolución N° 135-2002/SUNAT, PromPerú ha sido designado Agente de Retención del I.G.V. del 6% por montos mayores a S/700.00 en caso de ser buenos contribuyentes, sirvan adjuntar a la Factura la resolución emitida por la Sunat".

El contratista se obliga a cumplir las obligaciones que le corresponden, bajo sanción de quedar inhabilitado para contratar con el estado en caso de Incumplimiento. Salvo autorización expresa de PROMPERU, EL CONTRATO no podrán utilizar el nombre, icono, logo, slogan sello o marca de aquel, con fines publicitarios, de muestras ni de ninguna otra índole. La misma norma será de aplicación para la utilización de las fotografías, diseños, o demás materiales gráficos y/o artículos de promoción que PROMPERU haya proporcionado a EL CONTRATO con ocasión de sus servicios.

EL CONTRATISTA deberá adoptar las medidas de seguridad necesarias para garantizar la confidencialidad de la data o contenidos del material a desarrollar como arte de sus servicios, así como la protección de los elementos gráficos suministrados.

Bajo ningún concepto EL CONTRATISTA podrá hacer uso o distribución (Sea gratuita u onerosa) de las piezas elaboradas, así como de alguno de los elementos que la conforman.

Para consultas de proveedores al teléfono (51-1) 616 7324

La mercadería será entregada en

Almacén: Edificio MINCETUR

Calle Uno Oeste N° 50 Piso 14 Urb. Corpac,  
San Isidro

## AUTORIZACIÓN DE COMPRA

Responsable de Adquisiciones	Jefe Unidad de Logística
Firmado digitalmente por: LI WU Florencio Jose FAU 20307167442 soft	

Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 20/05/2022 18:24:37-0500

## Cuenta por Pagar

Firmado digitalmente por: MIRQUESSATO AWAKON Andres FAU 20307167442 hard	
Motivo: En señal de conformidad Fecha: 20/05/2022 18:29:37-0500	



# ORDEN DE SERVICIO N° PROMPERU

Calle Uno Oeste N° 50 Piso 14 Urb. Corpac, San Isidro  
Teléfono: 616-7300

OS22050077

Fecha:20/05/2022

Página 2 de 2

N° Exp. SIAF: 0000001823

<b>Señor(es):</b>	ITL SOLUCIONES INTEGRALES SAC	<b>Teléfono/Fax:</b>	
<b>Dirección:</b>	CAL. LOS NARANJOS NRO. 310 (2 CDRAS. ANTES DE CLINICA ESPIRITU SANTO)AREQUIPA AREQUIPA ALTO SELVA ALEGRE	<b>RUC:</b>	20601463572
<b>Distrito:</b>	No Indica	<b>Elaborado Por:</b>	VIVANCO NUNEZ, HEBER
<b>SBS N°:</b>	SBS22000859	<b>Area Solicitante:</b>	Subdirección de Inteligencia y Prospectiva Comercial/Departamento de Inteligencia de Mercados
<b>Garantía:</b>		<b>Solicitante(s):</b>	FLORES ACOSTA, CHRISTIAN EDUARDO
<b>Forma de Pago:</b>	PAGOS PARCIALES	<b>Plazo de Ejecución:</b>	Inicio: 24/05/2022 Fin: 25/07/2022
<b>Nro. PAC:</b>		<b>Evento:</b>	Vigilancia tecnológica para tres líneas prioritizadas vinculadas a la sostenibilidad en procesos mineros
<b>Facturar a Nombre de:</b>	PROMPERÚ 20307167442	<b>Proceso:</b>	8UIT-
		<b>Dirección:</b>	Calle Uno Oeste N° 50 Piso 14 Urb. Corpac, San Isidro

En el caso que el plazo de entrega venciera en un día inhábil, se entenderá prorrogado hasta el primer día hábil siguiente.

El proveedor deberá hacer entrega de la Factura o Recibo de Honorarios Profesionales, según corresponda; indicando en el mismo el número de la O/S correspondiente, los días lunes, miércoles o viernes de 09:00 a 13:00 horas, en la Unidad de Asuntos Financieros ubicada en Calle Uno Oeste N° 50, Piso 14, Edificio MINCETUR, San Isidro – Lima 27.

"A partir del 01 de Noviembre del 2002, mediante Resolución N° 135-2002/SUNAT, PromPerú ha sido designado Agente de Retención del I.G.V. del 6% por montos mayores a S/.700.00 en caso de ser buenos contribuyentes, sirvan adjuntar a la Factura la resolución emitida por la Sunat".

El contratista se obliga a cumplir las obligaciones que le corresponden, bajo sanción de quedar inhabilitado para contratar con el estado en caso de Incumplimiento. Salvo autorización expresa de PROMPERU, EL CONTRATO no podrán utilizar el nombre, icono, logo, slogan sello o marca de aquel, con fines publicitarios, de muestras ni de ninguna otra índole. La misma norma será de aplicación para la utilización de las fotografías, diseños, o demás materiales gráficos y/o artículos de promoción que PROMPERU haya proporcionado a EL CONTRATO con ocasión de sus servicios.

EL CONTRATISTA deberá adoptar las medidas de seguridad necesarias para garantizar la confidencialidad de la data o contenidos del material a desarrollar como arte de sus servicios, así como la protección de los elementos gráficos suministrados.

Bajo ningún concepto EL CONTRATISTA podrá hacer uso o distribución (Sea gratuita u onerosa) de las piezas elaboradas, así como de alguno de los elementos que la conforman.

Para consultas de proveedores al teléfono (51-1) 616 7324

AUTORIZACIÓN DE COMPRA	
Responsable de Adquisiciones	Jefe Unidad de Logística

<b>La mercadería será entregada en</b>
Almacén: Edificio MINCETUR
Calle Uno Oeste N° 50 Piso 14 Urb. Corpac, San Isidro

Cuenta por Pagar			
		US\$.	