

Materias minerales clave para el desarrollo de la economía verde en el Perú

Key mineral materials for the development of the green economy in Peru

Hugo Simon Faustino Luis^{1,a}, Dalma Guerrero Gutierrez^{1,b}, Cristhian Smith Limache Meza^{1,c},
Kenyi Bryan Payano Mantari^{1,d}, Jesús Alberto Torres Guerra^{1,e}

Recibido: 23/12/2022 - Aprobado: 04/02/2023 – Publicado: 02/06/2023

RESUMEN

La preocupación por disminuir los gases de efecto invernadero nos impulsa a migrar al uso de energía limpia. Por ello, es necesario una gran inversión en la modalidad de economía verde; ya que la economía marrón no incluye un desarrollo sostenible (Campos, 2010). Cuando hablamos de economía en el Perú, es importante mencionar a la minería y sus beneficios, no solo económicos, sino también ambientales. El objetivo del artículo es indagar y resaltar la importancia de la minería como impulsor de la economía verde, desde el punto de vista de sus minerales. Un claro ejemplo son los minerales críticos como el litio, cobalto, níquel, plata y wolframio, cruciales en la fabricación de nuevas tecnologías limpias. Así también minerales que, de manera indirecta son necesarios en la infraestructura, como el cobre, hierro, aluminio, acero; estos se caracterizan por su durabilidad y en casos como el cobre, ser 100% reciclables. Es así como el Perú es uno de los países con mejor prospección en minería (Cooke, 2021), ya sea en el campo de minerales críticos con el potencial de sus depósitos y con los minerales de infraestructura, que son los que actualmente mantiene la economía del país.

Palabras claves: Economía verde, minerales críticos, minerales estratégicos, energía limpia, minería, desarrollo sostenible.

ABSTRACT

Concern about reducing greenhouse gases drives us to migrate to the use of clean energy. Therefore, a large investment in the green economy modality is necessary, since the brown economy does not include sustainable development (Campos, 2010). When we talk about the economy in Peru, it is important to mention mining and its benefits, not only economic, but also environmental. The article aims to investigate and highlight the importance of mining as a driver of the green economy, this from the point of view of its minerals. A clear example of this are critical minerals such as lithium, cobalt, nickel, silver, and tungsten, crucial in the manufacture of new clean technologies. So also, minerals, which, indirectly, are necessary in the infrastructure, such as copper, iron, aluminum, steel; These are characterized by their durability and, in cases such as copper, being 100% recyclable. This is how Peru is one of the countries with the best prospecting in mining (Cooke, 2021), either in the field of critical minerals with the potential of its deposits and with infrastructure minerals, which are currently maintained by the economy. from the country.

Keywords: Green economy, critical minerals, strategic minerals, clean energy, sustainable development.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, E. P. de Minas, Lima, Perú.

a E-mail: hugo.faustino@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1464-972X>

b Autor para correspondencia: dalma.guerrero@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8808-5357>

c E-mail: cristhian.limache@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5255-6719>

d E-mail: kenyi.payano@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3771-2071>

e E-mail: jtorresgu@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8186-5249>

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta la extracción de recursos naturales en el sistema económico mundial ha estado provocando la concentración de la riqueza en los países industrializados, generando una grave situación de carencia y atraso en las otras naciones. Con el propósito de solucionar estos problemas, desde el 2009 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), estableció lineamientos para la creación de un nuevo patrón, resumido en el concepto de economía verde, que se refiere a un sistema de actividades económicas asociadas a la producción, distribución y consumo de bienes y servicios para las mejoras del bienestar humano en el largo plazo, sin, al mismo tiempo, exponer a las generaciones futuras a significativos riesgos ambientales y escasez ecológica (Herrán, 2012). Para llegar a estos objetivos es necesario una transición hacia nuevas tecnologías más limpias a través de minerales transversales bajas en carbono como el cobre, aluminio, molibdeno plata, litio, grafito, etc., y qué mejor que la minería para ayudar en esta transición.

En el caso de Perú, cuando hablamos de economía es imposible no relacionarlo con la minería, teniendo en cuenta que es uno de los países con recursos mineros más significativo de la región; debe centrarse en pertenecer al grupo de líderes, cuya misión y visión sea lograr una economía global responsable y sostenible, mediante el concepto de minería verde. Por este motivo el sector debe buscar una nueva forma de hacer minería en el mundo. Con minería verde nos referimos a la implementación y aplicación de estrategias sobre el proceso minero, que puedan permitir desarrollar la actividad de forma responsable con el medio ambiente y las comunidades (García González, 2022). El interés de estas implementaciones ha tomado fuerza en los últimos años y dentro de los objetivos trazados está el fomentar mejores prácticas con el fin de mitigar los impactos socioambientales, migrar a tecnologías más limpias y un mejor uso de recursos (como el agua y la energía). Es decir, la minería verde es un concepto que va más allá de “estar de moda”, es la manera en que la industria minera debe desarrollarse para poder ser considerada dentro del mercado minero mundial.

II. MÉTODOS

El presente artículo de investigación emplea un enfoque mixto, que le permite lograr una clara perspectiva sobre los minerales claves para el desarrollo de una economía verde en el Perú. Debe administrar de manera eficiente los recursos, migrar hacia nuevas tecnologías más limpias, uso de minerales claves como el litio, cobalto, plata y grafito para la transición hacia una economía verde y conseguir así un equilibrio social, económico y ambiental, de manera que los procesos de producción generen riquezas en las sociedades y no dañen el medio ambiente.

Del mismo modo, se hizo una investigación de tipo descriptiva y correlacional, que permite comparar los datos recabados de los distintos repositorios, bibliotecas y bases de datos académicos, para observar el comportamiento del tema estudiado. La muestra del presente artículo está constituida enteramente por material académico virtual,

que se obtuvo de repositorios, bibliotecas y fuentes de datos en línea, entre los que se pueden diferenciar tesis, artículos de investigación y publicaciones científicas relacionados con el tema de estudio, así como textos académicos y material educativo. La técnica empleada para la recolección de datos puede enmarcarse en los análisis retrospectivo y prospectivo, pues previo al desarrollo del artículo, se llevó a cabo un análisis retrospectivo de datos teóricos publicados anteriormente, como el análisis de tesis y artículos relacionados con la economía y minería verde en el Perú.

Posteriormente, una vez estructurado y diseñado el trabajo de investigación, se recolectó información más específica sobre el tema de investigación planteado, dichos artículos seleccionados, de acuerdo con los criterios de los investigadores, cumplen fines específicos para analizar la gestión de recursos en la minería y la migración hacia nuevas tecnologías más limpias para llegar a una economía y minería verde. La investigación realizada parte del método hipotético deductivo para corroborar los resultados obtenidos a partir de la técnica empleada, es decir datos cuantitativos y teóricos comparados con la hipótesis planteada. Asimismo, se hace uso de un alcance correlacional entre los objetos de estudio, gestión sobre los recursos, la transición hacia nuevas tecnologías mediante minerales claves por parte de la minería peruana.

III. RESULTADOS

Leslie Forsyth (2022), en la investigación titulada *Análisis de políticas para una economía verde en el contexto de COVID – 19 en Perú*, indica que el crecimiento verde se encausa a una economía sostenible ambiental y socialmente inclusiva, compatible a las políticas nacionales, lo que permite el aprovechamiento de oportunidades.

Asimismo, aunque el desarrollo económico del Perú en años pasados se ha basado en el beneficio de recursos naturales como la agricultura, minería, pesca e hidrocarburos, el marco normativo para su uso sostenible se empezó a establecer en los 90, pero más específico fue con la creación del MINAM en el 2008.

Las materias primas críticas son primordiales por involucrarse en el movimiento y circulación de todas las industrias, asimismo es el insumo primordial para el progreso tecnológico y mejora de la calidad de vida de las personas, pero sobre todo por estar relacionadas con la búsqueda de tecnologías limpias, como en el caso de la construcción de paneles solares, turbinas eólicas, vehículos y energía eléctrica, con respecto a su consumo. (CEPLAN, 2021).

La transformación hacia las energías limpias y una rauda marcha a energías renovables, requerirá de una insistente reserva de minerales; se proyecta que el requerimiento de minerales básicos para las tecnologías en energía se incrementará hacia el 2050, resaltando el cobre, aluminio, cromo, manganeso, molibdeno y níquel como minerales transversales e imprescindibles para las tecnologías bajas en carbono, convirtiéndolos en minerales críticos para conseguir con bajas emisiones de carbono,

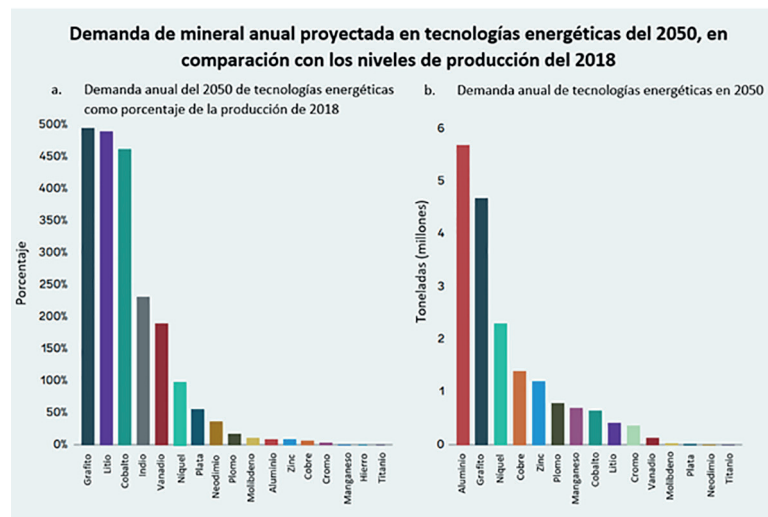
pero también prepondera el requerimiento total de plata, zinc, plomo, grafito y litio. (Julca Zuloeta, 2022).

De acuerdo con Hund et al. (2020), para el año 2050, tomando como referencia la demanda de energías tecnológicas en porcentaje base el año 2018, los minerales como el grafito, litio y cobalto necesitarán de significantes escalas de producción de hasta 5 veces más que la producción actual, en donde principalmente la demanda es para la producción de baterías. Por otro lado, con respecto a la demanda absoluta anual del 2050, las cifras en millones de toneladas más altas corresponden al aluminio, grafito y níquel, respectivamente. La principal razón de la alta demanda porcentual y absoluta es debido a que es utilizado para la construcción de ánodos automotrices y en baterías de iones litio, destacando el importante rol que desempeña en la transición de energías limpias.

Es así como Julca Zuloeta (2022), indica que la minería representa un rol sustancial en la economía de países, lo cual implica que se deben atender las exigencias sociales y ambientales mediante la adecuación de las nuevas tendencias de sostenibilidad.

Asimismo, el CEPLAN (2021) indica que desde el 2010 el país oriental, China ha sido considerado como el proveedor principal de las materias primas debido a que tiene el control del 95% de la minería de tierras raras por la inversión del procesamiento y en minas extranjeras de metales claves que se envían al país para el procesamiento; procesa el 72% de cobalto en el mundo y el 61% de litio. Es por ello que, a medida que se incrementan las ansias de energía limpia, se evalúa que para el año 2030 los países a nivel mundial van a necesitar 18 veces más litio y 5 veces más cobalto que en el 2020.

Figura 1. Demanda de mineral anual con proyección en tecnologías energéticas del 2050 comparado con niveles de producción 2018



Fuente: Adaptado de Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition. (Hund, La Porta, Fabregas, Laing, & Drexhage, 2020)

Figura 2. Oferta y demanda mundial del litio



Fuente: Adaptado de Governments have identified commodities essential to economic and military security. (The Economist, 2021)

Entonces, si se quiere limitar el aumento de temperaturas a 2°C por encima de los niveles preindustriales, el Banco Mundial estima que debe ser necesario aumentar la producción mundial, esto involucra que para el 2050, la producción de cobalto, grafito y litio tendría que ser 450% más alta que el 2018 para poder tener la capacidad de satisfacer la demanda de baterías por ejemplo, no obstante, se espera que el reciclaje pueda asistir en parte, pero de igual forma se necesita una considerable inversión en nuevas minas. (The Economist, 2021).

La economía marrón, ha sido aquel modelo que ha inducido el desarrollo y bienestar de las personas; sin embargo, se daba sin considerar los impactos ambientales en la toma de decisiones, como lo señala Melina Campos, Consultora de Ambiente y Desarrollo: “Sólo en el último cuarto de siglo, la economía mundial se ha cuadruplicado, beneficiando a centenares de millones de personas. Sin embargo, el crecimiento económico de las últimas décadas terminó agotando los recursos naturales, permitiendo la degradación y pérdida generalizadas de los ecosistemas e ignorando a muchas personas, que además de vivir en condiciones de pobreza dependen directamente de dichos recursos y ecosistemas”. (Campos, 2010).

En el Perú la creciente preocupación por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, hace que nos planteemos impulsar la implementación de la economía verde. Es por ello que necesitamos el apoyo de todas las actividades económicas del país; y cuando hablamos de esto, la minería es una de las actividades de gran relevancia para el Perú en términos de generación de recursos y empleo.

La minería es la responsable del 12,6 % del PBI en 2021 (BCRP, 2022), es la que provee las principales materias primas que las personas necesitan para sus diversas actividades; que hasta el momento generan un gran impacto negativo en el ambiente. Sin embargo, así como la minería es la proveedora de estos materiales, podemos ver que esta industria también es la responsable de brindar los recursos para contrarrestar o aminorar los impactos negativos en el ambiente. El potencial de los minerales “tecnológicos” y de “tierras raras” (Vásquez Cordano, 2018) son los que serán empleados principalmente para la generación de energías renovables.

El litio es material clave para el desarrollo de la industria renovable que se concentra en ambientes geológicos relacionados a rocas pegmatíticas con gran potencial al sur del Perú, donde se encuentra el proyecto Falchani. Cabe resaltar que el INGEMET realizó una investigación en las regiones de Lima, Áncash, La Libertad, Lambayeque, Piura, Tumbes, Huánuco, Pasco y Junín. Los resultados indican baja presencia de litio en el norte y centro del Perú. (Carpio et al., 2021).

En la entrevista realizada por BNamericas a Walter Sánchez (2022), director general de Promoción y Sostenibilidad Minera del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), sobre el proyecto Falchani, indica que se espera que el Perú se sume a la “ola del litio”, aprovechando las oportunidades de la transición energética global. Asimismo, los yacimientos de litio en Puno, en lo que

respecta al proyecto Falchani de Macusani Yellowcake (American Lithium), se encuentran en etapa temprana y las autoridades están trabajando en un marco normativo para su aprovechamiento, esto debido a que estará sujeta a estándares de gestión ambiental muy exigentes por su proximidad a depósitos de uranio, elemento radiactivo.

Otro de los minerales que contribuyen en la economía verde es el tungsteno o wolframio; posee propiedades muy importantes, en el que resalta su alto punto de fusión y ebullición, sobre los demás metales de transición, esto hace que tenga una gran importancia industrial y económica. (Segura Gómez & Velázquez Ruiz, s. f.).

En la naturaleza se encuentra en forma de óxidos y sales, en el que el trióxido de wolframio es ampliamente utilizado para la producción de diversos materiales electrónicos, uno de los más comunes fue su uso en la fabricación de bombillas mediante filamentos de tungsteno, esto fue propuesto por Thomas Alva Edison, ya que tenía una alta resistencia a comparación del hierro o el plomo, lo cual hacía que brille por mucho más tiempo (Benavente, 2015). Actualmente con el fin de encontrar una mejor opción a las energías derivadas de combustibles fósiles, se está empezando a utilizar este mineral en la producción de hidrógeno verde; como señala Navarro Gázquez (2016), en un estudio realizado para la Universidad Politécnica de Valencia, cuyo objetivo es: “mejorar la eficiencia en la producción fotoelectroquímica de hidrógeno a partir de agua estudiando la influencia del dopado con nitrógeno de nanoestructuras de óxido de wolframio () anodizadas en condiciones dinámicas para su utilización como fotoánodo en dicho proceso”.

La importancia de este mineral, considerado en varios países como “mineral crítico”, hace que su demanda tenga un crecimiento continuo en el mercado mundial, llegándose a un pronóstico de aproximadamente del 1,3% anual en el periodo 2019-2029 (Saloro, s. f.). En el caso del Perú, para el 2020 nuestro país constituía el 15,1% de la producción a nivel de América del Sur; que lo posicionaba como el segundo productor de nuestra región, solo siendo superada por Brasil; desde el punto de vista de la importación, Canadá es nuestro principal comprador, adquiere el 98,8% de nuestra producción. (OEC, 2020).

Otro mineral importante es la plata, “La plata tendrá un papel fundamental en la transición hacia una economía global baja en carbono y la creciente demanda de las industrias de generación solar y vehículos eléctricos debiera darles un empujón a los precios”, Brad Cooke (2021), presidente de Silver Institute, en una entrevista para BNamericas en el 2018. Esto supone un gran crecimiento económico para países como México, Bolivia y Perú.

Se sabe muy bien que la plata es un elemento con alta conductividad eléctrica, que lo hace imprescindible para la elaboración de equipos que requieran el uso de la electricidad; en consecuencia, se estaría reduciendo el uso de combustibles fósiles. Ya desde algunos años, se empezaba a utilizar la plata en forma de pasta electrificada como conductor de energía fotovoltaica, en el 2016, el 18% de la demanda total de este mineral era empleado para la producción de energía fotovoltaica (Ecologistas en acción,

2019). En cuanto a la exportación, el Perú es el tercero en esta categoría con el 21% de exportación a nivel de América del Sur, por debajo de Chile y Argentina (OEC, 2020); teniendo como principales minas a Buenaventura y Volcan (BNamericas, 2018). Se estima que la demanda aumente en los próximos años, ya que hubo un descenso por la pandemia, como menciona el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2021), “México, Perú y China serán los principales contribuyentes a la expansión de la producción mundial de plata, con una producción combinada de los tres países de 393.9 moz en 2021 a 443.9 moz en 2024”.

La transición a energía limpia también necesita de materiales que no necesariamente formen parte directa de la composición de producción, sino también de su desarrollo, a manera de estructuras de soporte, este es el caso de los metales como el cobre, que es 100% reciclable, como se observa en la siguiente tabla, hay varios metales utilizados con estos propósitos (Ecologistas en acción, 2019). Es así que, cuanto más queramos migrar al uso de la energía limpia, es necesario invertir en la producción de estos materiales, generando así la economía verde. Esto favorece al Perú gracias a los importantes proyectos mineros que tenemos con estos metales.

IV. DISCUSIÓN

Una economía verde a nivel mundial implica una gran demanda de materias y minerales claves para el desarrollo de una energía limpia y el Perú no es ajeno a esta realidad, pues como se vio anteriormente la oferta actual de minerales y el patrón que sigue, no cubriría la demanda futura, ello implica grandes desafíos para la minería a nivel mundial, en consecuencia, también para la minería en el Perú, sin embargo, dicha problemática de acuerdo con la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional y el CEPAL (2019), representa igualmente un gran campo de oportunidades.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe, de las Naciones Unidas, indica en el trabajo *Minería para un futuro bajo en carbono*, que los países andinos actualmente tienen una nueva oportunidad para gestionar e invertir en una minería más inclusiva y amigable en términos ambientales, esto en base a la creciente demanda de minerales como el cobalto, litio, cobre, plata, wolframio, entre otros. (CEPAL, 2019).

El crecimiento de una economía verde en el Perú, así como sus aplicaciones, deben ser analizadas en base a una economía sostenible ambiental y socialmente inclusiva, que sea compatible con las políticas nacionales. Dentro de las investigaciones y aplicaciones de la economía

Tabla 1. Requerimiento de materiales para la construcción de una planta solar fotovoltaica y eólica terrestre

Metal	Solar fotovoltaica		Eólica terrestre	
	Toneladas/MW	Toneladas de una planta de 84 MW	Toneladas/MW	Toneladas de un parque de 50MW
Hierro (Fe)	162.5	13650.00	22.0	1100.0
Aluminio	16	1344.00	2.0	101.5
Cobre (Cu)	2.2	184.80	2.7	135.0
Acero	2	168.00	126.1	6305.0
Cromo (Cr)	0.55	46.20		
Manganeso (Mn)	0.5	42.00		
Estaño (Sn)	0.463	38.89		
Níquel (Ni)	0.235	19.74	0.1	5.6
Zinc (Zn)	0.1625	13.65		
Magnesio (Mg)	0.0535	4.49		
Molibdeno (Mo)	0.05	4.20		
Plata (Ag)	0.1467	3.92		
Plomo (Pb)	0.0212	1.78		
Titanio (Ti)	0.00625	0.53		
Cadmio (Cd)	0.0061	0.51		
Teluro (Te)	0.0047	0.39		

Nota: Se observa la gran necesidad de metales que conforman estructuras, como el hierro, aluminio y el cobre, incluso por encima de los minerales crítico.

circular se puede citar el caso de la minería secundaria o el reaprovechamiento de relaves en minería por parte de la compañía Shouxin Perú, que desde el 2014, procesa veinte mil toneladas métricas por día de los relaves de la mina Marcona, gracias a ello es capaz de concentrar cobre y zinc. Julca Zuloeta (2022) menciona que, en el 2020, se firmó la certificación ambiental que le permite a Shouxin Perú tratar relaves semisecos y en pulpa, que serán obtenidos de terceros, con el objetivo de concentrar cobre, zinc y hierro (p. 39).

Como se mencionó anteriormente, en cuanto a iniciativas y políticas públicas orientadas hacia una economía circular, es necesario resaltar que la implementación de un marco normativo será el sustento para el desarrollo e innovación, lo cual representa otro gran reto a superar pues se refiere a la integración entre ciencia, gobierno e inversión. Países de la región como Chile han tenido iniciativas a través del Instituto de Tecnologías Limpias para la industria solar, minería verde y litio; la Corporación de Fomento de la Producción en el 2021 entregó, al consorcio integrado por cuatro universidades de Chile y dos extranjeras Associated Universities Inc., uno de los más grandes centros de investigación y desarrollo que busca superar los desafíos en cuanto a minería verde, litio y tecnologías limpias. (Julca Zuloeta, 2022).

Este tipo de propuestas públicas y privadas relacionadas con la economía verde y la minería en el Perú, en concordancia con los trabajos de la economía circular en la economía peruana y minería para un futuro bajo en carbono, son las que hacen falta, pues si bien es cierto existen políticas públicas relacionadas con la economía circular en el sector industrial o en la gestión de residuos, para el caso de la minería y los minerales claves en el país, se han visto pocas iniciativas. Al respecto, se puede mencionar la visión de la minería en el Perú al 2030, la cual “es inclusiva; ya que está integrada social, ambiental y territorialmente en un marco de buena gobernanza y desarrollo sostenible. Su visión es promover la economía circular”. (Julca Zuloeta, 2022, pág. 45)

V. CONCLUSIONES

El desarrollo de una economía verde que se orienta a una economía ambientalmente sostenible, socialmente inclusiva y compatible a las políticas nacionales, permite el aprovechamiento de oportunidades como la gran demanda futura de materias y minerales claves para el desarrollo de una energía limpia; Chile en convenio con Australia cuentan con el Centro de Excelencia Internacional Sustainable Minerals Institute, quienes enfocan su trabajo a una minería sin depósitos de relaves. Debido a ello, se encuentran desarrollando el proyecto Solar Tailings Transformation. Finlandia con el proyecto NEMO “pretende desarrollar, mostrar y explotar nuevas formas de valorizar los residuos mineros sulfídicos”, igualmente Canadá ha desarrollado un plan de innovación para una minería sin residuos, la cual se centra en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de la eficiencia energética. (Julca Zuloeta, 2022, pág. 43).

Del mismo modo, la materias primas y minerales críticos son importantes debido a su relación con la industria, resaltando las aplicaciones relacionadas con la búsqueda de tecnología limpias y por ser los componentes fundamentales para el progreso y desarrollo tecnológico enfocado en mejorar la calidad de vida de las personas. En este sentido, la transición hacia una economía verde requerirá la disponibilidad de dichos minerales, resaltando al cobre, litio, aluminio, cromo, manganeso, molibdeno, plata, zinc, plomo, grafito, níquel cobalto, tungsteno, wolframio, etc. como minerales transversales e imprescindibles. Dentro de todos los minerales vistos anteriormente, el litio es clave para el desarrollo de la industria renovable, en el Perú se pueden encontrar yacimientos de litio en Puno y no se descarta la posibilidad de encontrar la existencia de zonas de interés, pues si bien es cierto actualmente Falchani es el yacimiento de litio más importante encontrado en el Perú, también podemos hallar litio en salares naturales como el de Salinas, Laguna Blanca y el salar de Chilicolpa, sin embargo según Díaz et al. (2009) “Siendo estas cuencas relativamente pequeñas el litio no resulta económico” (pág. 12).

En esa misma línea, los trabajos de caracterización sobre ocurrencias de minerales de litio en la cordillera Oriental y el Altiplano - Puno y Cusco del 2019 y áreas prospectivas de litio en el Perú del 2021, mencionan ambientes favorables con relación a valores anómalos de litio en las áreas prospectivas de mayor interés ubicadas al sur del Perú: “Los mayores valores registrados se encuentran en los tobas lapilli del Mbo. Sapanuta-Formación Quenamari” (Torre et al., 2021, p. 1), seguido por una lista de zonas de interés, debido a ello se busca incentivar estudios de prospección y exploración.

Asimismo, la necesidad de minerales que impulsen el desarrollo de una economía verde, tales como el cobre, hierro, plata, estaño y una larga lista, siempre serán de gran importancia. Por ende, para que exista un tránsito real hacia una economía verde, se debe empezar por invertir en la producción de minerales que la impulsen.

Sin embargo, es necesario un marco normativo adecuado, se debe seguir el ejemplo de países de la región, promover propuestas públicas y privadas relacionadas con la economía verde y la minería en el Perú pues esta es la base para el desarrollo de una economía ambientalmente sostenible, este punto quizás sea el desafío más grande que deba superar el Perú, pues se debe conseguir una integración entre ciencia, gobierno e inversión.

VI. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos profundamente a nuestro docente Ing. Jesús Alberto Torres Guerra por su dedicación, por sus palabras y consejos que serán grabados en nuestra memoria a lo largo de nuestro futuro profesional. Asimismo, agradecemos a nuestros padres, que siempre nos brindaron su apoyo incondicional para poder lograr nuestros objetivos personales y académicos y por habernos impulsado a perseguir nuestras metas. Por último, agradecer a nuestra universidad, la casa de estudios que nos ha brindado todos

los conocimientos y bases que hacen posible la realización del presente trabajo de investigación.

VII. REFERENCIAS

- BCRP. (2022). *Notas de estudio del BCRP*. Obtenido de: <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2022/nota-de-estudios-12-2022.pdf>
- Benavente, R. (1 de enero de 2015). *La bombilla de Thomas Edison cumple 135 años*. El Confidencial. Obtenido de https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-01-27/la-bombilla-de-thomas-edison-cumple-135-anos_630226/
- BNamericas. (26 de diciembre de 2018). *Principales mineras de plata de Perú en 2017*. BNamericas. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/principales-mineras-de-plata-de-peru-en-2017->
- Campos, M. (2010). Éxito empresarial. Economía verde. CEGESTI. Obtenido de http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_151_060611_es.pdf
- Carpio Ronquillo, M., Torre Antay, J., Fuentes Palomino, J., & Boulanger Rondoy, E. (2021). *Prospección del litio en el norte y centro del Perú - [Boletín B 74]*. INGEMMET. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3542>
- CEPLAN. (2021). *Megatendencias 2050: grandes retos e implicancias*. Lima, San Isidro. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/ceplan/informes-publicaciones/2348337-megatendencias-2050-grandes-retos-e-implicancias>
- Cooke, B. (17 de agosto de 2021). *Latinoamérica podría cosechar los beneficios del auge ecológico de la plata*. (BNamericas, Entrevistador) Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/latinoamerica-podria-cosechar-los-beneficios-del-auge-ecologico-de-la-plata>
- Díaz, A., Carpio, M., & Ramírez, J. F. (2009). *Litio*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1956>
- Ecologistas en acción. (15 de diciembre de 2019). *Transición a energías renovables y demanda de minerales*. (102). Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/133199/transicion-a-energias-renovables-y-demanda-de-minerales/>
- Forsyth, L. (2022). *Análisis de políticas implementadas para una economía verde en el contexto de Covid-19 en Perú*. Obtenido de <https://economieverde.pe/wp-content/uploads/2022/07/Analisis-de-Politicas-Implementadas-para-una-Economia-Verde-en-el-Contexto-de-Covid-19-en-Peru.pdf>
- García González, A. (5 de Setiembre de 2022). Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Obtenido de *Minería Verde, compromisos y desafíos de la minería chilena*: <http://www.minas.uchile.cl/noticias/189944/mineria-verde-compromisos-y-desafios-de-la-mineria-chilena>
- González Valenzuela, C. (28 de abril de 2022). *Cobalto: el nuevo petróleo en punto de mira de los grandes millonarios como Bill Gates y Jeff Bezos*. Computerhoy. Obtenido de <https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/cobalto-nuevo-petroleo-punto-mira-grandes-millonarios-como-bill-gates-jeff-bezos-1052159>
- Herrán, C. (2012). *El camino hacia una economía verde*. Obtenido de https://flacoandes.edu.ec/web/imagesFTP/1340319587.documento_fes_09156.pdf
- Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T. P., Laing, T., & Drexhage, J. (2020). *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition*. Washington, DC: World Bank Group. Obtenido de <https://www.commdv.org/publications/minerals-for-climate-action-the-mineral-intensity-of-the-clean-energy-transition/>
- IIMP. (2021). *La producción mundial de plata aumentará un 8.1% en 2021*. Obtenido de <https://iimp.org.pe/mineria-en-el-peru/la-produccion-mundial-de-plata-aumentara-un-8.1-en-2021#:~:text=M%C3%A9xico%2C%20Per%C3%BA%20y%20China%20ser%C3%A1n,a%20443.9%20moz%20en%202024>
- Julca Zuloeta, D. (2022). *La economía circular en la economía peruana*. CEPAL. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11362/47895>
- Navarro Gázquez, J. (12 de julio de 2016). *CORE*. Obtenido de <https://core.ac.uk/display/275615783?source=2>
- OECD. (2020). *Observatorio de complejidad económica*. Obtenido de Plata: <https://oec.world/es/profile/hs/silver>
- OECD. (2020). *Observatorio de complejidad económica*. Obtenido de Wolframio (Tungsteno) y sus manufacturas, incluidos los desperdicios y desechos: <https://oec.world/es/profile/hs/tungsten#:~:text=En%202020%2C%20Tungsteno%20fu%C3%A9n,del%20total%20de%20comercio%20mundial>
- Saloro. (s. f.). *Valores del Wolframio*. Obtenido de <https://www.saloro.com/wolframio/valores-del-wolframio/#:~:text=El%20mercado%20global%20de%20wolframio,durante%20el%20per%C3%AAdo%202019%E2%80%902029>
- Sánchez, W. (22 de setiembre de 2022). *La visión de Perú sobre el futuro del litio*. (BNamericas, Entrevistador) Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/la-vision-de-peru-sobre-el-futuro-del-litio>
- Segura Gómez, P., & Velázquez Ruiz, R. (s. f.). *Baba de lodo: Síntesis de trióxido de Wolframio*. Centro Universitario de los Lagos. Obtenido de: https://www.academia.edu/9553912/BABA_DE_LOBO_S%C3%8DNTESIS_DE_TRI%C3%93XIDO_DE_WOLFRAMIO
- The Economist. (31 de Marzo de 2021). *Governments have identified commodities essential to economic and military security*. Obtenido de Governments have identified commodities essential to economic and military security: <https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/03/31/governments-have-identified-commodities-essential-to-economic-and-military-security>
- Torre, J., Carpio, M., Fuentes, J., Minaya, I., & Boulanger, E. (2021). *Áreas prospectivas de litio en el Perú para impulsar la búsqueda de recursos energéticos y nuevas tecnologías*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4334>
- Torre, J., Carpio, M., Fuentes, J., & Minaya, I. (2019). *Caracterización sobre ocurrencias de minerales de litio*

en la cordillera Oriental y el Altiplano - Puno y Cusco, como indicios a un nuevo impulso estratégico de recursos energéticos e industrias tecnológicas. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2371>

Vásquez Cordano, A. (2018). *El mercado del litio y la revolución de las energías renovables.* GÉRENS, Escuela de Postgrado. Obtenido de http://repositorio.gerens.edu.pe/bitstream/Gerens/44/2/DT-002-2018-DI-EPG-Energ%C3%ADas_Renovables_Litio_AVasquez.pdf

Contribución de autoría

Conceptualización: Hugo Simón Faustino Luis; Curación de datos: Kenyi Bryan Payano Mantari; Análisis formal: Cristhian Smith Limache Meza; Adquisición de fondos: Hugo Simón Faustino Luis; Investigación: Cristhian Smith Limache Meza, Dalma Guerrero Gutierrez, Hugo Simón Faustino Luis; Metodología: Kenyi Bryan Payano Mantari; Administración del proyecto: Dalma Guerrero Gutierrez; Recursos: Cristhian Smith Limache Meza; Software: Dalma Guerrero Gutierrez; Supervisión: Jesús Alberto Torres Guerra; Validación: Dalma Guerrero Gutierrez; Visualización: Dalma Guerrero Gutierrez; Redacción - borrador original: Cristhian Smith Limache Meza, Dalma Guerrero Gutierrez, Hugo Simón Faustino Luis, Kenyi Bryan Payano Mantari; Redacción - revisión y edición: Cristhian Smith Limache Meza, Dalma Guerrero Gutierrez, Hugo Simón Faustino Luis, Jesús Alberto Torres Guerra.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.