

¿Transición energética o transición extractivista para Panamá?

Energy transition or extractivism transition to Panama?

DOI <https://doi.org/10.61311/2805-1912.154>

Javier Hurtado Yow*

ORCID: 0000-0003-2662-8608

Mira Grace DeGregory**

ORCID: 0009-0008-6661-6832

Resumen: De conformidad con lo establecido en los artículos 257 y 290 de la Constitución Política de la República de Panamá y la situación minera del país con respecto a la demanda global, es necesario analizar las actuales intenciones del sector minero dentro de las proyectadas negociaciones con el Gobierno entrante. La creciente necesidad de infraestructuras renovables como paneles solares, turbinas eólicas y energía hidroeléctrica, sumado al transporte mediante vehículos eléctricos y sus baterías, requieren el uso de minerales y metales, que se extraen predominantemente del subsuelo de países en vía de desarrollo de África, Asia y América Latina, debido a su posesión concentrada de estaño, oro, cobalto, níquel, cobre y platino. Sin embargo, esta revisión de literatura encontró más fracasos que éxitos para remediar el daño ambiental de la minería postindustrial y concluye que, si bien las empresas mineras desempeñan un papel importante en las economías globales, sus operaciones a menudo tienen un costo considerable para el ambiente, las comunidades y su sostenibilidad a largo plazo. En Panamá, abordar estos desafíos requiere enfoques integrales priorizados por la nueva administración gubernamental, la responsabilidad social y la gobernanza transparente que garantice un futuro más sostenible en los ecosistemas afectados y las comunidades que las ocupan.

* Es biólogo ambiental y educador con experiencia en ciencias ambientales relacionadas con los derechos humanos. Es docente de la Universidad de Panamá, en el Centro Regional Universitario de Colón. Es becario del Programa Fulbright Humphrey Exchange Program, periodo 2023-2024, en la Universidad de Cornell, New York. Sus objetivos giran en torno a la mejora de las capacidades en la gestión de los recursos naturales y el medio ambiente, con un enfoque en los derechos humanos en la zona interoceánica del Canal de Panamá. Además, crear y desarrollar iniciativas y políticas que mejoren la sostenibilidad de las condiciones socioeconómicas y ambientales en provincias fuera de la capital del país, incluyendo Colón, Panamá Occidental y otras regiones. Su enfoque se centra en la gestión de áreas protegidas, el tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales que afectan a las áreas protegidas (marinas) y los procesos de restauración de ecosistemas en regiones fuertemente influenciadas por actividades antropogénicas. (javier.hurtado@up.ac.pa).

** Es estudiante de Desarrollo Global en la Universidad de Cornell, Nueva York, Estados Unidos, fue Asistente de Investigación para uno de los becarios del Programa de Becas Fulbright Humphrey. Le apasiona profundamente resolver las injusticias ambientales globales y avanza firmemente hacia

Palabras clave: desarrollo sostenible, extractivismo, minería, remediación, transición energética.

Summary: In accordance with the provisions of Articles 257 and 290 of the Political Constitution of the Republic of Panama and the mining situation in the country, it is necessary to analyze the current intentions of the mining sector within the framework of the negotiations that it wishes to carry out with the incoming Government. The growing need for renewable infrastructure such as solar panels, wind turbines, and hydropower, coupled with transport by electric vehicles, requires the use of minerals and metals, which are predominantly extracted from developing countries in Africa, Asia, and Latin America, due to their concentrated holdings of tin, gold, cobalt, niobium, copper, and platinum. However, this literature review describes the failures in remedying the environmental damage of post-industrial mining. Finally, it is concluded that while mining companies play an important role in global economies, their operations often come at a considerable cost to the environment, communities, and long-term sustainability. In Panama, addressing these challenges requires comprehensive approaches prioritized by new environmental stewardship, social responsibility, and transparent governance to ensure a more sustainable future in affected ecosystems and the communities that occupy them.

Keywords: Energy transition, extractivism, mining, remediation, sustainable development.

I. Introducción:

Hoy en día el sistema energético mundial se encuentra en medio de una importante transición para dejar atrás el uso de fuentes de energía por combustibles fósiles y pasar hacia el uso de fuentes de energía limpia. Los esfuerzos de un número cada vez mayor de países y empresas multinacionales para reducir a cero neto sus emisiones de gases de efecto invernadero exigen una amplia gama de tecnologías de energía limpia, muchas de las cuales dependen de minerales críticos como el cobre, el litio, el níquel, el cobalto y los elementos raros del planeta.

una carrera en derecho ambiental internacional. En su actual licenciatura en Desarrollo Global, está siguiendo a profesores de todo el mundo que trabajan para las Naciones Unidas y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, en quienes se inspira para seguir una trayectoria profesional similar. DeGregory está buscando pasantías y becas adyacentes en el extranjero para ampliar su conocimiento sobre temas de desarrollo, específicamente los derechos a la tierra y los derechos indígenas en América Latina. (mgd83@cornell.edu).

Considerando el contexto global actual, a partir de la 28ª Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP28), celebrada en Dubái, Emiratos Árabes Unidos, en diciembre de 2023, los países partes hicieron un balance en el que afirmaron la necesidad de reducir la extracción y quema de combustibles fósiles y sus consecuentes emisiones de gases de efecto invernadero en un 43% para el año 2030 y triplicar la “capacidad de energía renovable”. Por lo tanto, las crecientes preocupaciones climáticas están creando un mayor imperativo para construir infraestructuras renovables como paneles solares, turbinas eólicas y generadoras hidroeléctricas, sumado al incremento de transporte mediante vehículos eléctricos y sus baterías recargables. Sin embargo, dicha construcción requiere el uso de minerales y metales que se extraen predominantemente de países en desarrollo, localizados en África, Asia y América Latina, debido a su posesión concentrada de estaño, oro, cobalto, níquel, cobre y platino.

Según la Agencia Internacional de la Energía, en escenarios climáticos, la demanda de minerales para su uso en paneles solares, turbinas eólicas, vehículos eléctricos y almacenamiento de baterías estará creciendo al menos treinta veces hasta 2040 (Kim et al., 2022). Además, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible dice que la mayoría de los sitios de depósitos minerales se encuentran en países en desarrollo con ecosistemas frágiles, como los bosques húmedos tropicales lluviosos en el Corredor Biológico Mesoamericano, el cual se debe proteger para estabilizar el régimen climático global.

Objetivo General:

El objetivo de investigación en este artículo es conocer qué está ocurriendo en la mayoría de esos sitios de depósitos de minerales después de las operaciones de extracción minera.

Objetivos Específicos:

- Evaluar los programas de remediación posteriores a la minería en las comunidades socioeconómicamente desfavorecidas.

- Delinear las tendencias ambientales, los fracasos de remediación, los fallos corporativos y las lagunas en la literatura.

Para tener en cuenta y regular las consecuencias de la minería que actualmente suple a infraestructuras renovables de la transición energética, se han establecido “tribunales de remediación sostenible” (SuRF, por sus siglas en inglés) en muchos países, incluidos Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos, Australia, Brasil, Canadá, Italia y otros (Hou et al., 2016b). Sin embargo, queda por descubrir las consecuencias del desarrollo actual de los programas de minería en países periféricos o en vía de desarrollo, para determinar si hay o no una laguna profunda causada por la falta de remediación en los países más afectados por el impacto peligroso de la minería. Para profundizar en la disponibilidad de programas de remediación por país, en este trabajo se ha hecho preliminarmente una revisión de la literatura, con respecto al éxito o no de los programas de remediación posterior a la minería en los países de regiones periféricas con países en desarrollo.

1. Control de calidad de la literatura revisada:

Para la revisión de la literatura, como medida inmediata para control de calidad de la información, y para tener un mayor nivel de certeza, la literatura revisada fue en documentos publicados mediante referencia bibliográfica revisadas por pares. Significa que la mayoría de la información proviene de autores que fueron sometidos a evaluación por el escrutinio de otros que son expertos en el mismo campo, antes de que el artículo se publicara en una revista. Se priorizó en información publicada en formato de artículos, es decir, referencias revisadas por pares para reducir la probabilidad de dualidad de estudios publicados en múltiples formatos. El formato de “artículo” es estándar, por lo que nos permitió una mejor comprensión de la literatura.

2. Breve exposición sobre el uso de Google Scholar como buscador de literatura académica y, el uso de Elicit AI como asistente de revisión:

Ambas herramientas, Google Scholar y Elicit AI, son valiosas para investigadores y académicos, ofreciendo accesibilidad y eficiencia en la búsqueda y revisión de literatura académica.

2.1. Google Scholar

Es un motor de búsqueda especializado en literatura académica. Fue desarrollado por Google para facilitar el acceso a artículos, tesis, libros, resúmenes y dictámenes jurídicos de diversas disciplinas.

¿Qué ofrece?

- Acceso amplio: Permite buscar en una vasta colección de fuentes académicas, incluyendo editoriales, bibliotecas y repositorios universitarios.
- Citas y métricas: Proporciona información sobre citas, lo que ayuda a evaluar el impacto de un trabajo académico.
- Interfaz sencilla: Su uso es intuitivo, similar al motor de búsqueda de Google, lo que facilita su adopción por parte de usuarios de todos los niveles.
- Gratuito: No requiere suscripción, lo que lo hace accesible para cualquier persona con conexión a internet.

Google Scholar vs. otras bases de datos:

- Accesibilidad: A diferencia de bases de datos como Scopus o Web of Science, Google Scholar es gratuito y de fácil acceso.
- Cobertura: Aunque no tiene la misma curación rigurosa que algunas bases de datos pagas, su amplitud de cobertura es una ventaja significativa.

2.2. Elicit AI

Es un asistente de investigación impulsado por inteligencia artificial diseñado para automatizar y optimizar el proceso de revisión de literatura.

¿Qué ofrece?

- Automatización de flujos de trabajo: Facilita la búsqueda, resumen y análisis de artículos académicos, ahorrando tiempo y esfuerzo.

- Extracción de información clave: Puede extraer datos importantes y proporcionar resúmenes específicos de múltiples artículos en una sola pantalla.
- Interacción avanzada: Utiliza modelos de lenguaje avanzados para comprender y procesar grandes volúmenes de texto, mejorando la precisión y eficiencia de la revisión bibliográfica.
- Personalización: Permite ajustar los filtros de búsqueda y las columnas de información según las necesidades específicas del usuario.

Elicit AI vs. otros asistentes de IA:

- Eficiencia: Herramientas como SciSpace también ofrecen automatización, pero Elicit AI se destaca por su capacidad de personalización y su enfoque en el razonamiento abierto.
- Interfaz: Elicit AI proporciona una interfaz amigable que facilita la interacción con los datos y la extracción de información relevante de manera eficiente.

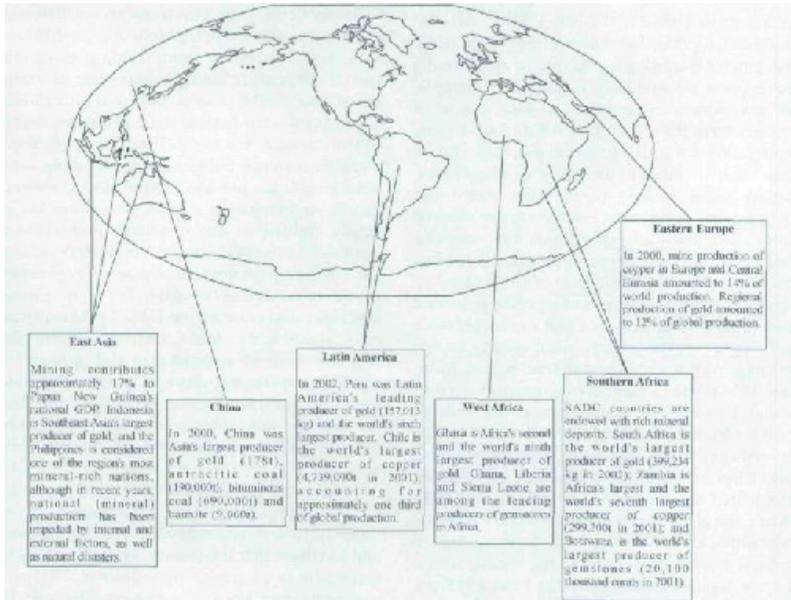
En lugar de descubrir los detalles del éxito de programas de remediación minera (también llamada restauración ecológica) en los países en desarrollo, las investigaciones académicas existentes describen predominantemente los fracasos para remediar los daños ambientales de la minería postindustrial, lo cual se ampliará aún más en los siguientes párrafos, como el enfoque de esta revisión.

II. Comparación cruzada de redes globales de extracción y su rendición de cuentas:

En esta sección se presenta una breve revisión del proceso de remediación de minería, posterior al cierre de operaciones, de las cinco (5) principales corporaciones multinacionales a nivel mundial (Asnani, 2022). Las regiones periféricas con países en desarrollo, en este contexto, se definirán como los países más frecuentemente extraí-

dos y explotados para obtener materiales geológicos como minerales, metales y recursos naturales (Ver Figura 1). En la literatura actual sobre el desarrollo global, estos países se definen como “periféricos” (peripheral countries, en inglés) o en vías de desarrollo, y son cruciales para impulsar el progreso de los países principales (core countries, en inglés) o desarrollados.

Figura 1. Las Regiones Periféricas (Este de Asia, China, Latinoamérica, Oeste de África, Sur de África y Este de Europa) con países en desarrollo.



Fuente: Hilson, G., & Haselip, J. (2004).

Por lo tanto, en este trabajo se recopilieron datos exclusivamente de los proyectos mineros operados en los países periféricos o en vía de desarrollo para evaluar los programas de remediación posteriores a la minería en las comunidades socioeconómicamente desfavorecidas. Además, los datos recopilados son exclusivamente provenientes de

los impactos de las cinco principales empresas mineras del mundo (ver Tabla 1), según sus ingresos. Esto demostrará una dicotomía entre las empresas que ganan más dinero con los sitios mineros en los países periféricos y la eficacia de sus esfuerzos de conservación de los ecosistemas.

Cuadro 1. *Cinco (5) principales empresas mineras del mundo*

No.	Empresa	País(es) con sede principal	Ingresos 2020 (en billones de dólares)
1	Glencore	Suiza	180
2	BHP	Australia	60.8
3	Jiangxi Copper	China	48.8
4	Rio-Tinto	Reino Unido / Australia	44.6
5	Vale	Brasil	40.0

Fuente: Asnani, N. (2022). Effectiveness of Sustainability Disclosures in the Mining and Metals Sector –a Critical Analysis. <https://dash.harvard.edu/handle/1/37373374>

1. Comparación de programas corporativos postmineros en países en desarrollo:

Como se indica en la revisión de literatura a continuación, hay una cantidad finita de investigaciones académicas sobre el éxito de los programas de remediación o restauración postminería, según las búsquedas amplificadas por los softwares, Google Scholar y Elicit-AI, por lo que esta revisión abarcará la información que está disponible. En consecuencia, la revisión describe dos estudios de casos regionales por cada compañía minera (ver Cuadro 2), los cuales abarcan el periodo entre los años 2010-2023, en una comparación cruzada para delinear las tendencias ambientales, los fracasos de remediación, los fallos corporativos y las lagunas en la literatura, quedando así:

Cuadro 2. Estudios de casos regionales por cada compañía minera:

CORPORACIÓN MULTINACIONAL	PROYECTO DE REMEDIACIÓN POSTMINERÍA	UBICACIÓN
1- Glencore	1.1- Mina de oro Grootvlei	Gauteng, Sur África
	1.2- Mina de cobre, cobalto y oro	South Kivu, Rep. Demo. del Congo
2- BHP	2.1- Presa de Fundão	Mariana, Brasil
	2.2- Mina Antamina	Chimbote, Perú
3- Jiangxi Cooper	3.1- Mina de cobre Mes Aynak	Kabul, Afghanistan
	3.2- Mina de cobre Letpadaung	Damapala, Myanmar
4- Río Tinto	4.1- Distrito Minero Río Tinto	Sevilla, España
	4.2- Mina Fort Dauphin	Mahabo, Madagascar
5- Vale	5.1- Mina de Brumadinho	Barra Longa, Brasil
	5.2- Mina Sulawesi del Sur	Luwu & Sulawesi, Indonesia

Fuente: Estos sitios abarcan la información que está disponible, según las búsquedas amplificadas por los softwares, Google Scholar y Elicit-AI, para esta revisión.

1.1. Empresa Glencore:

En las búsquedas amplificadas de los softwares, Google Scholar y Elicit-AI (Artificial Intelligence), surgieron dos regiones con la mayor cantidad de información sobre las prácticas mineras de Glencore:

- a. La primera región en Gauteng, Sudáfrica, particularmente en las minas de oro de la cuenca de Witwatersrand, se encuentra la mina de oro Grootvlei, donde el problema del drenaje de ácidos por la mina ha sido un desafío significativo. McKay y Milaras (2017) destacaron el cierre no planificado de la mina, lo que resultó en una pérdida masiva de puestos de trabajo y la contaminación de un río y un humedal de Ramsar de Witwatersrand. Además, ha habido una preocupante falta de rendición de cuentas, sin que ninguna persona natural o jurídica se

haya hecho responsable de la contaminación del agua, lo que fomenta la percepción de que las leyes ambientales pueden ser ignoradas sin la certeza del castigo o consecuencia alguna. Los esfuerzos para abordar este problema han incluido varias estrategias descritas, según Wet y Sidu (2013), como trabajos para reducir el volumen de entrada de agua contaminada en los pozos con agua subterránea, la instalación de soluciones de gestión de inundaciones y precipitación, la predicción con precisión de las ocurrencias de derrames por decantación, el monitoreo del impacto de las inundaciones subterráneas de las minas, el análisis de los riesgos ambientales para la salud humana que plantea el drenaje de ácidos de las minas, y la garantía de la decantación controlada para evitar más daños ambientales. Sin embargo, la asignación de fondos para la remediación y el tratamiento del drenaje de ácidos de las minas ha sido controvertido y problemático, lo que se ha complicado aún más por los retrasos en la acción atribuidos a las disputas entre el gobierno y los propietarios de las minas con respecto a la definición de sobre quién recae la responsabilidad y la financiación para la remediación (Milaras et al., 2014). En consecuencia, la eficacia de los esfuerzos de remediación en Gauteng sigue siendo una preocupación crítica, lo que subraya la necesidad de mejorar la colaboración y la rendición de cuentas entre las partes interesadas para mitigar los impactos ambientales de las actividades mineras.

- b. En la segunda región, Kivu del Sur, República Democrática del Congo (RDC), la mayoría de la literatura se centró en el reciente aumento de los esfuerzos mineros, no en la remediación. La (re) industrialización del sector minero de la República Democrática del Congo ha transferido empresas estatales a inversores extranjeros como Glencore bajo marcos regulatorios liberales (Radley & Geenen, 2021). Las entradas de inversiones extranjeras directas en la República Democrática del Congo se dispararon, aumentando en un factor de

17 entre 2002 y 2012, alcanzando los 3.300 millones de dólares, con una fuerte concentración en la minería (Radley & Geenen, 2021). En particular, la producción de cobre, cobalto y oro experimentó aumentos significativos desde mediados de la década de 2000, con un valor del “noventa y cinco por ciento” (95%) capturado por los trabajadores, gerentes y comerciantes congoleños (Radley & Geenen, 2021). Los administradores de pozos exitosos en Kivu del Sur, por ejemplo, han generado ganancias mensuales sustanciales. Sin embargo, el proceso de extracción de oro implica un trabajo agotador, con mujeres trabajadoras, conocidas como “mamans twangaises”, que históricamente reciben un salario mínimo por sus esfuerzos en el procesamiento de mineral (Radley & Geenen, 2021).

Tanto en Gauteng, en Sudáfrica, como en Kivu del Sur, en República Democrática del Congo, hay una preocupante falta de responsabilidad con respecto a los esfuerzos de remediación posterior a la minería con Glencore. A pesar de sus importantes actividades mineras en estas regiones, hay una transparencia y una responsabilidad limitadas con respecto a sus estrategias de remediación. Esta falta de supervisión plantea preguntas sobre la eficacia de los esfuerzos de Glencore para abordar la degradación ambiental, la seguridad de los trabajadores y el bienestar de la comunidad, lo que subraya la necesidad urgente de un mayor escrutinio y acción para garantizar prácticas mineras responsables y medidas de remediación efectivas.

1.2. Empresa BHP (Broken Hill Proprietary)

En las búsquedas amplificadas de los softwares, Google Scholar y Elicit-AI (Artificial Intelligence), surgieron dos regiones con la mayor cantidad de información sobre las prácticas mineras de BHP:

- a. En Mariana, Brasil, BHP se enfrentó a graves consecuencias tras el colapso de la presa de Fundão en 2015, en una operación conjunta con la empresa Vale. El desastre resultó en una extensa pérdida de vidas, con 19 víctimas, desplazamiento de residentes campesinos y

devastación ambiental con “70 millones de metros cúbicos de fugas de barro y residuos de hierro”, lo que hizo que vastas áreas fueran inadecuadas para la agricultura, como lo ejemplifican las muestras en la cuenca del río Doce (El Bizri et al., 2016). La tragedia subrayó los problemas sistémicos dentro de la industria minera de Brasil, incluidas las regulaciones blandas y la priorización de los intereses corporativos sobre el bienestar ambiental y comunitario. Los esfuerzos para evaluar el impacto ambiental y mitigar las consecuencias a largo plazo siguen en curso, lo que pone de relieve la necesidad de estrategias integrales de remediación. Por lo tanto, el desastre es sistémico, tecnológico y social; refleja una trampa de nuestro modelo de desarrollo que se basa en las exportaciones de productos básicos, que son piezas que comparten la misma junta con la megaminería, el poder de las corporaciones, la complicidad y la fragilidad del Estado, el modelo de gestión ambiental del “salvaje oeste” y las dificultades de los trabajadores y las comunidades para organizarse y defender sus derechos humanos (Guerra et al., 2017).

- b. En la mina Antamina en Chimbote, Perú, la gestión del agua después del cierre plantea desafíos significativos debido a su ubicación en los escarpados Andes. BHP ha desarrollado un “modelo integrado de equilibrio hídrico y calidad del agua” para minimizar el impacto ambiental durante la planificación del cierre (Strand et al., 2010). El modelo tiene en cuenta la variabilidad del flujo estacional, el almacenamiento de vertederos de rocas de residuos, la variabilidad de la escorrentía y la programación de la recuperación de pozos, incorporando procesos geoquímicos para evaluar la calidad del agua (Strand et al., 2010). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, persisten las preocupaciones con respecto a la contaminación del agua y los riesgos para la salud de la comunidad, asociados con las actividades mineras en la región debido a la falta de medidas preventivas del programa.

Tanto Mariana, en Brasil, como Antamina, en Perú, destacan los impactos ambientales y sociales de las operaciones mineras de BHP. Si bien el desastre de Mariana expuso las consecuencias catastróficas de los fallos de las presas y la supervisión regulatoria inadecuada, los desafíos en Antamina subrayan las complejidades de la gestión del agua en entornos mineros de gran altitud. A pesar de los diferentes contextos, ambos casos hacen hincapié en la necesidad urgente de una mayor rendición de cuentas, transparencia y esfuerzos de remediación para abordar los legados ambientales y sociales de las actividades mineras de BHP.

1.3. Empresa Jiangxi Copper:

En las búsquedas amplificadas de los softwares, Google Scholar y Elicit-AI (Artificial Intelligence), surgieron dos regiones con la mayor cantidad de información sobre las prácticas mineras de Jiangxi Copper:

- a. El proyecto de la mina de cobre Mes Aynak en Kabul, Afganistán, impulsado por el Grupo Metalúrgico de China de Beijing, en asociación con Jiangxi Copper, ha atraído la mayor atención en la literatura debido a sus posibles beneficios económicos y a sus importantes implicaciones sobre el patrimonio cultural. La decisión de continuar con las operaciones mineras ha provocado indignación entre los arqueólogos y las comunidades locales, preocupadas por la destrucción de antiguos artefactos budistas y sitios históricos (Lawler, 2010). El choque entre el desarrollo económico y la preservación cultural subraya los desafíos de la extracción de recursos en las regiones ricas tanto en recursos naturales como en patrimonio cultural. A pesar de las promesas de crecimiento económico e inversión extranjera a partir de “1 billón de dólares”, producto de los minerales que se estima que están presentes, el proyecto Mes Aynak plantea preguntas éticas sobre la priorización de las ganancias económicas a corto plazo sobre la sostenibilidad cultural y ambiental a largo plazo (Lawler, 2010; Rickard, 2020).

b. En Damapala, Myanmar, el proyecto de la mina de cobre Letpadaung ha estado plagado de controversia y malestar social. Las comunidades locales han protestado con vehemencia contra el proyecto Wanbao Mining, citando cuestiones como el acaparamiento de tierras, el daño ambiental y la compensación insuficiente. Estas quejas han llevado a violentos enfrentamientos con las autoridades, subrayando las profundas tensiones que rodean la extracción de recursos en la región. Un aspecto particularmente polémico del proyecto es su impacto en los derechos locales sobre la tierra. La mina abarca aproximadamente “7.867,78 acres de tierra”, igual 31.839 Km², incluida la tierra cultivable crucial para los medios de vida locales (Aung et al., 2019). Los campesinos han protestado contra la falta de transparencia con respecto a los detalles del proyecto, los acuerdos de participación en los beneficios y la posible contaminación de ríos importantes (Chan & Pun, 2020). Las manifestaciones persistentes han dado lugar a intervenciones policiales violentas y críticas generalizadas nacionales e internacionales. A pesar de estos desafíos, Wanbao Mining, una empresa conjunta con Jiangxi, se ha esforzado por abordar las preocupaciones ambientales y sociales. La compañía se comprometió a gastar dos (2) millones de dólares anuales en iniciativas de protección del medio ambiente y prometió un acuerdo de participación en los beneficios del 2% para fines de responsabilidad social corporativa (Aung et al., 2019). Además, el proyecto Letpadaung se sometió a una evaluación de impacto ambiental (EIA), que fue considerado uno de los informes de mejor rendimiento en términos de proporcionar información adecuada e involucrar a las partes interesadas (Aung et al., 2019). El proyecto Letpadaung sirve como un duro recordatorio de la necesidad de prácticas transparentes y responsables en el sector de las industrias extractivas para garantizar el desarrollo sostenible y proteger los derechos de las comunidades afectadas.

Tanto el proyecto Mes Aynak, en Afganistán, como la mina Letpadaung, en Myanmar, destacan las complejidades de la extracción de recursos en los países en desarrollo, donde los intereses económicos a menudo eclipsan las consideraciones ambientales y sociales. En ambos casos, la inversión china y el apoyo del gobierno han facilitado la continuación de las operaciones mineras a pesar de la oposición local y las preocupaciones sobre la preservación del patrimonio cultural, los derechos a la tierra y la degradación ambiental. Sin embargo, los esfuerzos para abordar las quejas de la comunidad y mitigar los impactos ambientales han sido más visibles en el proyecto Letpadaung, con compromisos con las normas internacionales de protección del medio ambiente y participación en los beneficios para la responsabilidad social corporativa, lo que refleja la evolución de las prácticas en el sector de las industrias extractivas.

1.4. Empresa Río Tinto

En las búsquedas amplias de los softwares, Google Scholar y Elicit-AI (Artificial Intelligence), surgieron dos regiones con la mayor cantidad de información sobre las prácticas mineras de Río Tinto:

- a. En el Distrito Minero Río Tinto de Sevilla, España, la contaminación del suelo por metales pesados plantea importantes preocupaciones ambientales. Los estudios han identificado partículas atmosféricas respirables (PM10) procedente de materiales movilizados por el viento de los desechos de la mina, que contribuye a la deposición de metales pesados en el área circundante (Castillo et al., 2013). El análisis de los componentes principales y el análisis de regresión multilínea han identificado distintas fuentes de contaminación, incluido un factor mineral compuesto por elementos de minerales de silicato y especies antropogénicas, un factor marino que comprende sodio, cloruro, magnesio, sulfato y estroncio, y un factor de residuos de minas que contiene elementos tóxicos como cobre, zinc, arsénico y plomo. Estos hallazgos sugieren que los desechos mineros son una fuente importante de partículas minerales pesadas,

lo que plantea riesgos potenciales para los suelos, las plantas y la salud humana en los alrededores (Castillo et al., 2013).

- b. Las operaciones de Río Tinto en Mahabo, Madagascar, han impulsado esfuerzos de conservación para mitigar los impactos ambientales. Hay programas activos de conservación en sitios como Ste Luce Forests y Mahabo, con planes para nuevas iniciativas de conservación en áreas como Bemangidy (Anstee et al., 2012). El análisis indica un impacto positivo neto en la conservación de los bosques, con ganancias que superan las pérdidas, particularmente en los ecosistemas forestales litorales. La relación entre la ganancia y la pérdida en los tipos de bosques sugiere un resultado prometedor para los esfuerzos de conservación de la biodiversidad. A pesar de las revisiones en curso de los proyectos de conservación en otros sitios como “Ambatotsirongorongo” y el Proyecto de Pagos Directos “TGK I”, la tendencia general indica una trayectoria positiva para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Río Tinto (Anstee et al., 2012). Estos esfuerzos subrayan el compromiso de la compañía con la administración ambiental y la conservación de la biodiversidad en medio de las actividades mineras.

Al comparar las operaciones de Río Tinto en Sevilla, España, y Mahabo, Madagascar, ambas regiones se enfrentan a desafíos ambientales derivados de las actividades mineras. Mientras que Sevilla se enfrenta a la contaminación del suelo por metales pesados; Madagascar se enfrenta a la pérdida de hábitat. Sin embargo, los esfuerzos de conservación en Madagascar se muestran prometedores al compensar los impactos de la biodiversidad, lo que contrasta con las preocupaciones de contaminación en curso en Sevilla.

1.5. Empresa Vale:

En las búsquedas amplias de los softwares, Google Scholar y Elicit-AI (Artificial Intelligence), surgieron dos regiones con la mayor cantidad de información sobre las prácticas mineras de Vale:

- a. En Barra Longa, Brasil, las secuelas de los desastres mineros orquestados por corporaciones como Vale y la filial de Samarco de BHP Billiton han sido catastróficas. El colapso de la presa de Samarco en 2015, seguido del desastre de Brumadinho, ocasionado por Vale S.A. en 2019, resultó en una pérdida significativa de 272 vidas, devastación ambiental y riesgos para la salud a largo plazo para las comunidades locales, incluidos los parásitos, la “ansiedad por la diarrea, el consumo de alcohol, la diabetes y el accidente cerebrovascular” (Freitas & da Silva, 2020). El lodo tóxico liberado al medio ambiente sofocó aldeas enteras, mató a numerosos individuos y contaminó vastos tramos de valiosos sistemas fluviales, como los ríos Doce y Paraopeba (Freitas & da Silva, 2020). Los incidentes no solo demostraron los impactos inmediatos de las fallas mineras, sino que también exacerbaron el imperativo de remediar el sitio. La “Red de América Latina para la Gestión del Suelo y el Agua” ha iniciado esfuerzos para hacer frente a estos desastres para evaluar y gestionar los sitios contaminados (Braun et al., 2020). A pesar de sus promesas de remediación y compensación ambiental, las comunidades continúan lidiando con las consecuencias duraderas de estos eventos catastróficos.
- b. En regiones como el este de Luwu y el sur de Sulawesi, Indonesia, las operaciones de minería de níquel, dirigidas por Vale Indonesia Tbk y otras empresas, han infligido un daño significativo a los ecosistemas y comunidades locales. La rápida expansión de las actividades mineras ha dado lugar a 4.449,22 Ha de deforestación, destrucción del hábitat y degradación ambiental (Naryono, 2023). Unas 74,253.4 Ha del bosque de Sulawesi del Sur, que anteriormente funcionaba como un hábitat para la flora y la fauna, una fuente de vida para las comunidades indígenas y locales, así como un área de captación de agua, ha cambiado su función en un área minera de níquel (Naryono, 2023). Los paisajes forestales, que alguna vez fueron vitales para la

biodiversidad y los medios de vida indígenas, se han transformado en áreas mineras de níquel, desplazando la flora, la fauna y las comunidades locales. Hasta ahora se ha desarrollado un “Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación” como un indicador de la fertilidad del suelo, pero no se ha hecho ninguno para la reparación socioeconómica de la pérdida de tierras indígenas (Nursaputra et al., 2021). Además, la poca profundidad de lagos antiguos, como el lago Mahalona, debido a la sedimentación de las actividades mineras subraya los impactos ecológicos de largo alcance de la minería de níquel en la región (Naryono, 2023).

Los desastres relacionados con la minería en Barra Longa, Brasil, y la degradación ambiental causada por la minería de níquel en Indonesia comparten paralelos alarmantes, lo que pone de relieve las repercusiones globales de las industrias extractivas. Ambos contextos son testigos de la colisión entre los intereses corporativos, la conservación del medio ambiente y el bienestar de la comunidad. Si bien los desastres de Barra Longa subrayan las consecuencias inmediatas y visibles de los fracasos mineros, la situación en Indonesia revela los impactos insidiosos a largo plazo en los ecosistemas y los medios de vida. A pesar de las diferencias en la geografía y los marcos regulatorios, ambas regiones se enfrentan al desafío de equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental y la justicia social. Los esfuerzos para abordar estos desafíos deben dar prioridad a la participación de la comunidad, la administración ambiental y la rendición de cuentas de las corporaciones mineras para mitigar los impactos profundos y duraderos en las regiones afectadas.

III. Análisis de las actividades postmineras a nivel global:

Al analizar las prácticas de gigantes mineros como Glencore, BHP, Jiangxi Copper, Río Tinto y Vale en varias regiones periféricas con países

en desarrollo, surgen varias facetas críticas con respecto a las prácticas ambientales y sociales que no alcanzan la remediación exitosa, y son lo contrario. Económicamente, sus operaciones a menudo traen ganancias a corto plazo, pero consecuencias a largo plazo, con ejemplos notables como la participación de Glencore en la región de Gauteng de Sudáfrica, donde los cierres no planificados de minas llevaron a la pérdida de puestos de trabajo y la degradación ambiental; y el desastre de BHP en Mariana, Brasil, que resultó en una gran pérdida de vidas y una interrupción económica. Los impactos ambientales, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero, la gestión de residuos y la calidad de la tierra, el agua y el aire, varían ampliamente entre las regiones. Por ejemplo, las operaciones de Río Tinto en España y Madagascar destacan desafíos ambientales contrastantes, con España enfrentándose a la contaminación del suelo por metales pesados y Madagascar enfrentando la pérdida de hábitat. Además, prevalecen cuestiones sociales como la seguridad de los trabajadores, las violaciones de los derechos humanos y las relaciones comunitarias, como se ve en los desafíos de BHP en Perú y en las controversias de Vale en Brasil e Indonesia. Se están realizando esfuerzos para abordar estos desafíos, con algunas empresas implementando estrategias de remediación e iniciativas de conservación. Sin embargo, siguen existiendo lagunas significativas, en particular con respecto a la transparencia, la rendición de cuentas y la credibilidad de los informes y divulgaciones de sostenibilidad (ver figura 2 en página siguiente).

En resumen, si bien las empresas mineras desempeñan un papel importante en las economías globales, sus operaciones a menudo tienen un costo considerable para el medio ambiente, las comunidades y la sostenibilidad a largo plazo. Abordar estos desafíos requiere enfoques integrales que prioricen la administración ambiental, la responsabilidad social y la gobernanza transparente para garantizar un futuro más sostenible para las regiones afectadas y las comunidades que las ocupan.

Figura 2. *Proyectos de extracción operados las cinco (5) principales empresas mineras del mundo en los países periféricos o en vía de desarrollo para evaluar los programas de remediación posteriores a la minería en las comunidades socioeconómicamente desfavorecidas.*



Fuente: Diseño propio de Mira DeGregory (autora) del Global Development Department, College of Agriculture and Life Sciences, de Cornell University.

IV. La minería en Donoso, Panamá, con la Empresa First Quantum Minerals:

Al analizar las prácticas de gigantes mineros alrededor del mundo, a fin de tener una referencia para darle un enfoque a la situación minera actual en Panamá, dentro del marco de las negociaciones que pretende llevar el sector minero con el Gobierno entrante para el quinquenio 2024-2029, con respecto a las riquezas de nuestro subsuelo, que fueron y están siendo explotadas por objeto de concesiones o Contrato Ley entre el Estado y empresas privadas, se manifiesta lo siguiente:

1. *Como primer punto*, se debe considerar que la explotación minera se está desarrollando con un controversial traslape entre la zona de explotación y el Área Protegida de Recursos Manejados Donoso y Omar Torrijos Herrera (ARMDOTH), la cual es administrada por la Dirección de Áreas Protegidas y Biodiversidad del Ministerio de

Ambiente; por tanto, es cuestionable que las riquezas de ese subsuelo sean objeto de apropiación privada.

- a. Los gestores ambientales panameños están preocupados por la forma en que varios factores e impulsores de las industrias mineras están contribuyendo a la devastación a lo largo de la selva tropical del Caribe central de Panamá y los ecosistemas marino-costeros dentro del Corredor Biológico Mesoamericano e impidiendo la recuperación en áreas afectadas por esta industria extractivista, porque están prácticamente condenadas por la contaminación antropogénica (es decir, aguas residuales, manejo de desechos, contaminación del suelo y subsuelo, etc.). Si el desarrollo no planificado continúa sin una recuperación sostenible y sustancial, estos ecosistemas podrían desaparecer.
 - b. Después de las históricas protestas de la sociedad civil, incluidos los pueblos indígenas y los movimientos ambientales emergentes contra un controvertido proyecto minero, la Corte Suprema de Panamá dictaminó que el contrato del proyecto es inconstitucional y anunció un cierre gradual de la mina.
2. *Como segundo punto*, el Ministerio de Comercio e Industrias, referente en los asuntos mineros de Panamá, debe reconsiderar cómo se está gestionando la transparencia y el acceso a la información en materia ambiental del proceso de cierre con un Plan de Prevención Ambiental y Gestión Segura de la mina; pues, muchas organizaciones no gubernamentales (ONG's), en virtud del Acuerdo Vinculante de Escazú, han reclamado, tanto al Ministerio de Comercio e Industrias como al Ministerio de Ambiente, remitir listados certificados de las acciones y los procedimientos implementados para garantizar el acceso a la información de las comunidades vecinas, del público en general y organizaciones interesadas en el tema, tomando en cuenta que la gestión ambiental es preventiva.

3. *Como tercer punto*, para dar un criterio favorable de viabilidad a las intenciones de otorgar futuras concesiones que esté levantando el Ministerio de Comercio e Industrias, se deben reconsiderar dos aspectos:
 - a. El esclarecimiento sobre la sentencia de declarar inconstitucional toda la ley 406 de 20 de octubre de 2023. Lo anterior, significa que la referida ley ha quedado expulsada del sistema normativo que se rige en el país entre el Estado y la empresa minera; por tanto, lo que procede en derecho es el cierre de la operación minera, según han manifestado varias ONG's denunciantes. Entonces, al haber declarado inconstitucional la referida ley, se debe conocer cuál es el sustento jurídico de las actuales operaciones mineras en Panamá.
 - b. Adicional a lo anterior, el MICI, debe cumplir estrictamente y demostrar que se ha verificado que las empresas mineras hayan cumplido (y cumplan) con el artículo 115 del Código de Recursos Minerales, el cual resume que el explotador tiene que dejar el suelo como lo encontró:

Artículo 115. Se tomarán todas las medidas necesarias para restaurar la superficie del terreno de manera que éste quede en las mismas condiciones que existían antes del comienzo de las operaciones. Lo mismo se hará para eliminar condiciones peligrosas que resulten de las operaciones. Ninguna operación minera podrá darse por concluida ni abandonarse hasta tanto no se haya cumplido con esta disposición.

4. *Como cuarto punto*, la escasez y contaminación del agua son temas que sobresalen en la literatura respecto a las operaciones de First Quantum Mineral en varias regiones, particularmente en Zambia y Panamá. Los estudios han documentado los impactos en los recursos

hídricos locales, incluida la reducción de la disponibilidad de agua para las comunidades y los ecosistemas aguas abajo.

- a. En Zambia, el estudio “The Social and Environmental Impacts of Copper Mining in Zambia: A Focus on First Quantum Minerals’ Kansanshi Mine” de 2018, por Mwata Kajoba et al., examina el uso del agua y la contaminación asociada con la mina Kansanshi en Zambia.
- b. En Panamá, los estudios “*Statistical and Data Mining Techniques for Understanding Water Quality Profiles in a Mining-Affected River Basin*” y “*Knowledge Inference from a Small Water Quality Dataset with Multivariate Statistics and Data-Mining*” de 2018, por Simmonds, et al., usando una aplicación de técnicas multivariadas, demostró que la calidad del agua de la cuenca del río Petaquilla se encuentra bajo estrés ambiental, luego de las abandonadas operaciones mineras de Minera Panamá S.A., propiedad exclusiva de First Quantum Minerals Ltd, demostrando que los sitios muestreados entre febrero y noviembre fueron hallados con altos niveles de contaminación en contraste con el resto de los meses. Además, realizaron un cálculo del Índice de Calidad del Agua de los parámetros ambientales del río, para comprobar si el agua puede ser utilizada para el consumo público. No obstante, para la temporada de lluvias, el índice reveló que las condiciones de altos caudales deterioran rápidamente la calidad del agua y, por lo tanto, no la hacen apta para el consumo humano. Aunque no responsabiliza solamente a los efluentes industriales, sino también a movimientos de tierra, las descargas de aguas residuales domésticas y el uso excesivo de fertilizantes, pesticidas y las actividades mineras artesanales.
- c. En Panamá, Meyer, et al. (2020) señalan en su artículo “*Towards the restoration of the Mesoamerican Biological Corridor for large mammals*

in Panama: comparing multi-species occupancy to movement models”, que a pesar de que todas las áreas centrales del Corredor Biológico Mesoamericano son aptas para albergar poblaciones saludables de las especies claves, endémicas y migratorias, varios proyectos de desarrollo, como minería, represas y más carreteras, amenazan la biodiversidad en estas áreas centrales, especialmente en el Parque Nacional Santa Fe y el Área Protegida de Recursos Manejados Donoso, por los impactos de tales proyectos en la conectividad de la vida silvestre sin las medidas adecuadas para mitigarlos.

- d. En Panamá, tres informes de monitoreo a largo plazo “*Long Term Mining Monitoring Project & Impact Assessment of Mining Activity in Panama*” generados en 2014, 2015 y 2016, por la Universidad de McGill en Canadá (Quinn & Pouliot, 2014; Craig, 2015; De Chassy, et al. 2016), concluyen que, en base a sus más recientes resultados, los informes de resultados de análisis de la calidad de agua por parte de la empresa CODESA (Corporación de Desarrollo Ambiental) no son accesibles para la comunidad en Coclesito; sin embargo, estos son los resultados que determinan si los compromisos adquiridos por Cobre Panamá están siendo cumplidos para reducir los impactos ambientales y sociales. Inclusive, los estudiantes universitarios con motivos legítimos para obtener dicha información no tienen acceso a dichos resultados.
5. *Como quinto punto*, todo lo anterior nos lleva a analizar la dinámica global sobre el extractivismo y los intereses de fondo, donde surge la pregunta: ¿Qué tienen en común Donoso en Colon, un carro eléctrico, un generador eólico y un panel solar? Pues todos comparten el interés de una industria en particular, la minería. Es de importancia compartir que cada vez más se eleva el interés de las llamadas energías limpias a nivel mundial, donde los países industrializados se ven prácticamente presionados a explorar y extraer los recursos minerales

del codiciado subsuelo de muchos países en vía de desarrollo, como es el caso del codiciado subsuelo de Panamá.

V. Conclusiones:

Como muestra el desarrollo actual de los programas de minería en países periféricos o en vía de desarrollo, hay una laguna profunda causada por la falta de remediación en los países más afectados por el impacto peligroso de la minería. En este trabajo se hizo una revisión de la literatura, para profundizar en esta discrepancia y la disponibilidad de programas de remediación por país, la cual ha encontrado una marcada brecha en la bibliografía con respecto al éxito de los programas de remediación posterior a la minería en los países de regiones periféricas con países en desarrollo.

En el contexto de la transición energética, existe un imperativo creciente para investigar el éxito de los esfuerzos de remediación en las regiones mineras para combatir el extractivismo corporativo histórico. A medida que el mundo hace la transición hacia fuentes de energía renovables, la demanda de minerales plantea desafíos significativos para las empresas que se benefician de las regiones periféricas con países en vía de desarrollo, donde el aislamiento del gobierno de los inversores externos puede ser escaso, y los derechos de la comunidad pueden ser ignorados. Las empresas mineras deben reconocer y abordar el legado del colonialismo, que a menudo ha dado lugar a la explotación de las regiones periféricas en beneficio de las economías básicas. Al tomar medidas proactivas para respetar los derechos indígenas, proteger la biodiversidad y promover el desarrollo equitativo, las empresas mineras pueden reducir su complicidad en la explotación neocolonial.

Además, la esfera académica y de investigación debe reconocer su papel en la perpetuación de una narrativa de “desastre” sobre las

regiones periféricas. Esta revisión de la literatura implica muchos desastres ambientales, pero solo porque hasta ahora se ha realizado muy poca investigación en estas regiones, particularmente en el ámbito de la remediación. Por lo tanto, los científicos y académicos deben tomar el timón y llevar a cabo investigaciones sobre el terreno y en colaboración con las cinco principales empresas mineras para tender un puente entre la transparencia y la rendición de cuentas corporativas y fundamentar las lagunas perjudiciales en la literatura.

La modernidad de la llamada transición energética, es decir, cambiar de obsoletos carros de combustible a futuristas carros eléctricos, y de termoeléctricas a generadores eólicos y paneles solares, supone cargar consigo un gran costo: la extracción de minerales metálicos. Los minerales requeridos para la fabricación de aparatos y maquinaria de la mal llamada energía verde van desde el cobre, hasta el níquel, litio y manganeso. Los datos indican que de aquí al 2050 la necesidad de minería aumentará hasta un 25% de la actual, y esta es la realidad actual de países en desarrollo como Perú y Brasil en Suramérica, Indonesia y Myanmar en Asia, así como República Democrática del Congo, Suráfrica y Madagascar en África.

El extractivismo verde representa en este contexto el futuro de la devastación de esos ecosistemas que hoy por hoy necesitamos proteger y regenerar para poder estabilizar la variabilidad del régimen climático, con el fin de estabilizar el ciclo hidrológico y proteger la biodiversidad. Transformar o devastar ecosistemas frágiles a través de la minería, la deforestación o cualquier otro proceso extractivista comprometería la seguridad planetaria, pero también la seguridad social.

En definitiva, aquí la palabra clave es « desarrollo sostenible ». Si bien estamos en una crisis económica mundial que ha incrementado las necesidades sociales y económicas, como país no debemos explotar la extracción de materia prima en nuestro subsuelo al costo de perder las riquezas de nuestro patrimonio natural, como es el agua.

Finalmente, retomando el anterior párrafo, resaltando que todos estos puntos deben estar encaminados al enfoque de desarrollo sostenible, para evitar que se repitan historias ya ocurridas en los diez casos de los países con las explotaciones, de los cuales se han comprobado que, si no son bien ejecutadas desde el principio, entonces siempre serán como coloquialmente se conoce: « *pan para hoy y hambre para mañana* ».

VI. Recomendaciones:

1. Transparencia corporativa y colaboración multilateral con las partes interesadas:

Los informes transparentes sobre los impactos ambientales, los esfuerzos de remediación y la participación de la comunidad son esenciales para fomentar la confianza y la rendición de cuentas. La colaboración multilateral puede conducir a estrategias de remediación más eficaces y garantizar que las preocupaciones y perspectivas de todas las partes interesadas se integren en la remediación y la prevención exitosas.

2. Investigación académica y gubernamental in situ de los programas de remediación de las corporaciones mineras individuales:

Las instituciones académicas y las agencias gubernamentales deben llevar a cabo rigurosas investigaciones in situ de los programas de remediación de las corporaciones mineras para evaluar su eficacia y cumplimiento de las regulaciones ambientales en los países en desarrollo (periféricos). Estas investigaciones deben incluir el monitoreo de los indicadores ambientales, como la calidad del aire y el agua, la contaminación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el bienestar de la comunidad (salud y social). En esta, cada uno debe cumplir su papel, las empresas explotando la actividad de acuerdo con la ley y las mejores prácticas disponibles, respetando derechos; los gobiernos regulando y vigilando, protegiendo

derechos; los académicos investigando, con independencia de los dos primeros.

3. Acción corporativa de acuerdo con los contextos históricos coloniales y periféricos centrales:

Las empresas mineras deben reconocer y abordar los contextos históricos coloniales y periféricos centrales en los que operan. Esto incluye el reconocimiento y la mitigación de los impactos ambientales y sociales desproporcionados de las actividades mineras en las regiones periféricas con países en desarrollo, en particular las comunidades indígenas y las poblaciones vulnerables en los países en desarrollo (periféricos).

Bibliografía:

- Anstee, S., Ekstrom, J., Pilgrim, J., Rabenantoandro, J., Ramanamanjato, J., Randriatafika, F., Temple, H., & Vincelette, M. (2012). Forecasting the path towards a net positive impact on biodiversity for Rio Tinto QMM. <https://www.semanticscholar.org/paper/Forecasting-the-path-towards-a-net-positive-impact-Anstee-Ekstrom/63e53bfb81dabfa195d2823d6e48421e38b2e2b6>
- Asnani, N. (2022). Effectiveness of Sustainability Disclosures in the Mining and Metals Sector –a Critical Analysis. <https://dash.harvard.edu/handle/1/37373374>
- Aung, T. S., Shengji, L., & Condon, S. (2019). Evaluation of the environmental impact assessment (EIA) of Chinese EIA in Myanmar: Myitsone Dam, the Lappadaung Copper Mine and the Sino-Myanmar oil and gas pipelines. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 37(1), 71–85. <https://doi.org/10.1080/14615517.2018.1529948>
- Braun, A. B., Trentin, A. W. da S., Visentin, C., & Thomé, A. (2020). Relevance of sustainable remediation to contaminated sites manage in developed and developing countries: Case of Brazil. *Land Use Policy*, 94, 104533. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104533>
- Castillo, S., de la Rosa, J. D., Sánchez de la Campa, A. M., González-Castanedo, Y., Fernández-Caliani, J. C., Gonzalez, I., & Romero, A. (2013). Contribution of mine wastes to atmospheric metal deposition in the surrounding area of an abandoned heavily polluted mining district (Rio Tinto mines, Spain). *Science of The Total Environment*, 449, 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.01.076>
- Chan, D. S. W., & Pun, N. (2020). Renegotiating Belt and Road cooperation: Social resistance in a Sino–Myanmar copper mine. *Third World Quarterly*, 41(12), 2109–2129. <https://doi.org/10.1080/01436597.2020.1807928>

- Craig, M. (2015). Year Two of the Long-term Assessment of Mining Impacts.
- De Chassy, A. B., Chehab, N., & Cipollitti, R. (2016). Year Three of the Long Term Mining Monitoring Project.
- De Wet, & Sidu. (2013). Reliable Mine Water Technology. *Mine Water and the Environment*, 29(2), 85–91. <https://doi.org/10.1007/s10230-010-0111-7>
- El Bizri, H. R., Macedo, J. C. B., Paglia, A. P., & Morcatty, T. Q. (2016). Mining undermining Brazil's environment. *Science*, 353(6296), 228–228. <https://doi.org/10.1126/science.aag1111>
- Freitas, C. M., & da Silva, M. A. (2020). Work accidents which become disasters: Mine tailing dam failures in Brazil. *Revista Brasileira de Medicina Do Trabalho*, 17(1), 21–29. <https://doi.org/10.5327/Z1679443520190405>
- Guerra, M. B. B., Teaney, B. T., Mount, B. J., Asunskis, D. J., Jordan, B. T., Barker, R. J., Santos, E. E., & Schaefer, C. E. G. R. (2017). Post-catastrophe Analysis of the Fundão Tailings Dam Failure in the Doce River System, Southeast Brazil: Potentially Toxic Elements in Affected Soils. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(7), 252. <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3430-5>
- Hilson, G., & Haselip, J. (2004). The environmental and socioeconomic performance of multinational mining companies in the developing world. *Minerals & Energy*, 19(3), 25–47.
- Kim, T. Y., Gould, T., Bennet, S., Briens, F., Dasgupta, A., Gonzales, P., ... & Schulz, R. (2022). The role of critical minerals in clean energy transitions. *International Energy Agency: Washington, DC, USA*, 70-71.
- Lawler, A. (2010). Copper Mine Threatens Ancient Monastery in Afghanistan. *Science*, 329(5991), 496–497. <https://doi.org/10.1126/science.329.5991.496>

- McKay, T. J. M., & Milaras, M. (2017). Public lies, private looting and the forced closure of Grootvlei Gold Mine, South Africa. *The Journal for Transdisciplinary Research in Southern Africa*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.4102/td.v13i1.347>
- Meyer, N. F., Moreno, R., Reyna-Hurtado, R., Signer, J., & Balkenhol, N. (2020). Towards the restoration of the Mesoamerican Biological Corridor for large mammals in Panama: comparing multi-species occupancy to movement models. *Movement ecology*, 8, 1-14.
- Milaras, M., McKay, T., & Ahmed, F. (2014, October 1). Mine closure in South Africa: A survey of current professional thinking and practice. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3599.3765>
- Naryono, E. (2023). Nickel Mine Exploitation In Indonesia, Between A Blessing And A Disaster Of Environmental Damage. <https://doi.org/10.31219/osf.io/y58qe>
- Nursaputra, M., Larekeng, S. H., Narsi, N., Hamzah, A. S., Mustari, A. S., Arif, A. R., Ambodo, A. P., Lawang, Y., & Ardiansyah, A. (2021). Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dalam Penilaian Keberhasilan Reklamasi di Lahan Pasca Tambang PT. Vale Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 11(1), 39–48. <https://doi.org/10.29244/jpsl.11.1.39-48>
- Quinn, C., & Pouliot, J. (2014). Long-term Monitoring Impact Assessment of Mining Activity in Panama. McGill University.
- Radley, B., & Geenen, S. (2021). Struggles over value: Corporate–state suppression of locally led mining mechanisation in the Democratic Republic of the Congo. *Review of African Political Economy*, 48(168). <https://doi.org/10.1080/03056244.2020.1865902>
- Rickard, S. (2020). Gender, agency and decision making in community engagement: Reflections from Afghanistan’s Mes Aynak Mine. *The Extractive Industries and Society*, 7(2), 435–445. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.11.001>

- Simmonds, J., Gómez, J. A., & Ledezma, A. (2018). Knowledge inference from a small water quality dataset with multivariate statistics and data-mining. In *Advances in Information and Communication Technologies for Adapting Agriculture to Climate Change: Proceedings of the International Conference of ICT for Adapting Agriculture to Climate Change (AACC'17)*, November 22-24, 2017, Popayán, Colombia (pp. 1-15). Springer International Publishing.
- Simmonds, J., Gómez, J. A., & Ledezma, A. (2018). Statistical and Data Mining Techniques for Understanding Water Quality Profiles in a Mining-Affected River Basin. In *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*. Volume 9, Issue 2 (pp 1-19). April-June 2018
- Song, Y., Hou, D., Zhang, J., O'Connor, D., Li, G., Gu, Q., Li, S., & Liu, P. (2018). Environmental and socio-economic sustainability appraisal of contaminated land remediation strategies: A case study at a mega-site in China. *Science of The Total Environment*, 610–611, 391–401. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.016>
- Strand, R., Crippen, K., Ltd, B., & Usher, B. (2010). Integrated water balance and water quality modelling for mine closure planning at Antamina. <https://www.semanticscholar.org/paper/Integrated-water-balance-and-water-quality-for-mine-Strand-Crippen/69f349ac7c-fddb4741679c28b85c383cac87c0c4>
- UNEP. (2024, February 19). What are energy transition minerals and how can they unlock the clean energy age? UNEP. <http://www.unep.org/news-and-stories/story/what-are-energy-transition-minerals-and-how-can-they-unlock-clean-energy-age>
- UNFCCC. (2023). COP28 Agreement Signals “Beginning of the End” of the Fossil Fuel Era | UNFCCC. <https://unfccc.int/news/cop28-agreement-signals-beginning-of-the-end-of-the-fossil-fuel-era>
- Wellhofer. (1988). Models of Core and Periphery Dynamics. <https://doi.org/10.1177/0010414088021002005>