

## Riesgos de la transición energética postfosilista en América Latina: expansión de la frontera extractiva

Alma Delia Soto Toledo

### Resumen

El presente estudio tomó como punto de partida la pregunta: ¿La transición energética postfosilista basada en las energías renovables afectará a los países de América Latina que poseen las principales reservas minerales y metálicas que constituyen la base material de las baterías que ésta requiere, debido a la devastación ambiental que provocará la expansión de la frontera extractiva? El objetivo es analizar con base en datos científicos la estimación de la demanda de minerales y metales estratégicos de la transición energética, para saber cuánto aumentará el extractivismo. A partir de la Crítica de la Ecología Política y mediante un análisis documental de las principales implicaciones medioambientales para Latinoamérica en la transición energética; a partir de estimar la demanda de ciertos minerales críticos como el litio, cobre, o manganeso, necesarios para la producción de baterías; y para la sustitución del parque vehicular convencional por uno híbrido-eléctrico. Los resultados obtenidos fueron: al demandar una cantidad 7 veces más de ciertos minerales, la frontera extractiva se multiplicará exponencialmente en la misma proporción. El estudio concluye que, al incrementarse el extractivismo siete veces más, se va a devastar la biodiversidad, el agua, la salud, y los conflictos socioambientales crecerán en la misma proporción.

### Palabras clave:

Crisis ecológica; Cambio Climático; Transición energética; energía solar; minería.

Soto Toledo, A. D. (2024). Modelo de Economía Circular en Ecuador: análisis descriptivo. En V. E. Salcedo Muñoz. (Ed). *Economía y sociedad. Visiones del mundo en el siglo XXI. Volumen I.* (pp. 111-129). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.191.c291>



## Introducción

“El capital vs naturaleza y sociedad vs capital”, de entrada, constituye un argumento muy fuerte que describe la disputa actual que ejerce principalmente el capital sobre la vida y la naturaleza en todas sus dimensiones dejando como huella una devastación socioambiental sin precedentes en la historia. Como respuesta a esta realidad, la sociedad se ha organizado en los últimos años como resultado de una fase neoliberal sumamente nociva que ha llevado al límite las condiciones de reproducción de la vida planetaria, intentando reconstruir la franja de la sociedad más organizada su vida comunitaria de forma sustentable. A continuación, se analizará cómo es este escenario que disputa el capital a la naturaleza en América Latina, en lo referente a los recursos que este necesita para llevar a cabo la transición energética postfosilista impulsada por el propio capital, así como sus principales riesgos y contradicciones.

En este contexto, nos encontramos actualmente inmersos en una Crisis ecológica o también llamada Crisis Ambiental Mundializada que ha provocado el capitalismo. Este sistema económico desde la Revolución industrial hasta nuestros días ha llevado al límite la relación de dominación sobre la naturaleza a través de su lógica de saqueo de los recursos naturales y la sobreexplotación de la biosfera, así como un sobreconsumo de materia y energía que impide que la Tierra pueda llevar a cabo su propio proceso de autorregulación y autolimpieza, ya que hemos excedido los límites planetarios con el propósito de la acumulación de capital (Arizmendi L. R., 2018). Luis Arizmendi señala que “el siglo XX le ha heredado al siglo XXI, lejos de un “cambio climático”, más bien una crisis ambiental mundializada” (Arizmendi, 2016, p. 132).

Una de las principales dimensiones de la referida crisis ecológica se encuentra en el “Cambio Climático” constituido por el incremento de la temperatura en el planeta, también conocido como sobrecalentamiento planetario. Por lo que, más que una crisis, la actual coyuntura ambiental tiende a ser definida como un Colapso Bioclimático de origen Capitalogénico (CBC). Este concepto da cuenta de la gravedad de la catástrofe climática que actualmente ha estallado, conformada por un cúmulo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que han sido lanzados a la atmósfera durante aproximadamente dos siglos y medio (desde inicios de la era industrial hasta nuestros días).

Los principales GEI lanzados a la atmósfera son el dióxido de carbono y el metano, a partir de la quema de combustibles fósiles -petróleo, gas y carbón-; y la producción de cemento. Según el estudio Heede, de 1751 a 2010, mostró que tan solo 90 corporaciones, entre las que encabezan: Standard Oil Company: Chevron/Texaco, Exxon/Mobil, y otras como BP, Total y Shell (las cinco grandes) además de entes estatales han generado dos tercios de los GEI (CO<sub>2</sub>, metano, NO<sub>x</sub>, HFC) (Saxe, 2018). Es importante señalar que el concepto de Colapso Bioclimático Capitalogénico va a contracorriente del mal llamado “Cambio Climático” ya que este último hace referencia a un “cambio” que de ningún modo lo es, sino que se trata más bien de un colapso, una destrucción del clima; el autor del concepto CBC, enfatiza que el problema no es la humanidad ni el homo sapiens, sino

el capitalismo existente, al ser “las cinco grandes” las que en pos de la ganancia están desafiando a la comunidad científica e internacional, siguiendo su programa de inversión en ascenso, arrastrándonos al abismo (Saxe, 2015).

John Saxe, señala que el lenguaje es engañoso, le nombran “cambio” a una desestabilización del clima sin precedentes que ha desatado un fenómeno que puede acabar con la vida de todos nosotros, ya que un incremento de la temperatura en el planeta superior a los 2°C (3.6 grados Fahrenheit) pone en peligro la reproducción de la vida en el planeta tal como la conocemos, incluida la vida humana y dicha elevación es irreversible (Saxe, 2015). En este contexto, es curioso observar que a pesar de que esta crisis pone incluso en entredicho la marcha del capitalismo, los grandes capitalistas siguen una tendencia que va más allá de los 2°C.

Bajo este escenario nos encontramos desde hace algunos años. Pero sobretudo en la última década del presente siglo las potencias hegemónicas: Estados Unidos, China, la Unión Europea, buscan llevar a cabo una transición energética postfosilista. Esto significa la descarbonización de la economía, la cual, consiste en ir dejando de lado el uso de los combustibles fósiles y que estos sean reemplazados por las energías renovables o también llamadas “verdes”, básicamente en dos ejes: la movilidad y el almacenamiento de la energía en baterías.

De manera que, las energías más importantes para llevar a cabo dicha transición son: la energía solar y la energía eólica, las cuales, a su vez, se acumulan en grandes dispositivos de almacenamiento, algo que no ocurre con la energía producida por fósiles. Por lo que, tanto la energía solar como la eólica dependen del clima, en un caso, de que salga el sol, en el otro de que haya viento; y debido a que se necesita de una gran cantidad de estas energías para dejar a un lado la energía fósil con el fin de llevar a cabo actividades económicas de muy diversa índole como: el funcionamiento de fábricas, calefacción, iluminación, transporte de pasajeros y mercancías mediante las tres vías de comunicación: terrestre, aérea y marítima; se va a multiplicar por lo tanto, la demanda de los componentes de tales baterías de almacenaje. Estos dispositivos tienen un uso demasiado intensivo en minerales estratégicos como el cobre, el litio, el niobio, cobalto, manganeso, níquel, etc.; que son los materiales que van a permitir producir los dispositivos más modernos de almacenaje de estas energías (Bruckmann, 2021).

Con relación a estos minerales estratégicos América Latina tiene la posición más importante en términos de reservas o dispone en grandes cantidades de muchos de ellos. Por tales motivos, una transición energética basada casi totalmente en fuentes renovables del paquete energético mundial para avanzar en las metas de descarbonización global para el año 2050 va a implicar una profundización en la demanda mundial de estos minerales críticos, y ello va a implicar una ampliación exponencial del extractivismo minero o minería en América Latina en todas sus formas y con todas sus consecuencias, las cuales del mismo modo se van a multiplicar.

En torno al extractivismo, lo que se puede decir en primera instancia, es que la etapa actual del capitalismo se caracteriza por un proceso de acumulación por desposesión (Harvey, 2004); que tiene al modelo extractivo como uno de sus fundamentos constitutivos, y América Latina es un campo de batalla primordial en los conflictos por el acceso, control y usufructo de los recursos naturales, que ha ido en incremento en las últimas décadas. Debido a su riqueza biológica, se han expandido las actividades extractivas en la región, destacando la minería como una de las más significativas. Esta actividad económica trae como contrapartida el surgimiento de conflictos cada vez más numerosos, resultando ser los pueblos indígenas uno de los grupos poblacionales más afectados por dicha actividad, suscitando a su vez, múltiples movimientos de resistencia y movilizaciones en la última década (Martínez, 2019).

Cabe considerar, que América Latina históricamente además de transferir plusvalor a los países industrializados como si se tratase del pago de un tributo, a través del intercambio desigual vía el Mercado Mundial, se lleva a cabo una transferencia de la renta natural (Arizmendi, 2011), ello se confirma mediante la explotación del extractivismo por Empresas Transnacionales en la región. Lo cual, ha provocado que América Latina se convierta en exportadora neta de agua, tierra y materiales. Cabe resaltar, que los impactos ambientales que ha provocado tan sólo el extractivismo en Latinoamérica son: la eliminación de la vegetación; los drenajes ácidos y las altas concentraciones de metales nocivos para la vida, incluyendo la humana, en los ríos, suelos, cadenas tróficas; fragmentación de hábitats; entre otros. “En la región se concentra 45% de la producción mundial de cobre y 50% de plata, que corresponden al 25% de las inversiones globales en minería. Entre 2001 y 2013, se perdieron, debido a la minería, cerca de 1.680 km<sup>2</sup> de hábitat de bosques húmedos tropicales de América del Sur” (De Lisio, 2020). Además, existen graves problemas de suministro de agua sobre todo en los territorios rurales, que se agravan debido a las actividades extractivas.

En este sentido, el propósito general del presente artículo es investigar cuánto crecerá la frontera extractiva en América Latina a partir de estimar la demanda de minerales y metales estratégicos requeridos para la elaboración de las baterías que requiere la transición energética propuesta por el capital, cuyas metas particulares son poder estimar el grado de degradación y contaminación ambiental en las regiones latinoamericanas con las principales reservas de dichos recursos estratégicos, en relación con la biodiversidad, la sobreexplotación y contaminación del agua, así como el daño a la salud de la población trabajadora y que habita en las principales zonas mineras.

En esta dirección, el orden del artículo es señalar en qué consiste la transición energética y cuáles son las bases materiales en las que se soporta, así como sus principales contradicciones. Derivado de ello, examinaremos la demanda futura de automóviles eléctricos e híbridos y algunos de los dispositivos de almacenamiento de las energías solar y eólica que son la base material de este nuevo modelo energético, calcular cuánta es la cantidad de litio, cobre, cobalto, manganeso, níquel, vanadio y molibdeno que se requiere para la elaboración de estos nuevos productos, ubicar los países latinoamericanos con las principales reservas de estos minerales; y con base a ello estimar el grado de devastación

ambiental en las regiones mineras de estos países, tomando como ejes el daño a la biodiversidad, al agua y a la salud humana. Finalmente se calculará también el incremento de conflictos socioambientales derivados de la destrucción ambiental en esas regiones latinoamericanas.

## **Metodología**

La metodología de la presente investigación se realizó desde la “Crítica de la Ecología Política”, basada en la Crítica de la Economía Política de Marx, específicamente en cuanto a su profundidad y método analítico cuyo fundamento es el Materialismo Histórico orientado al análisis de la Crisis ecológica causada por el capitalismo, para explicar la transición energética postfosilista y dar cuenta de sus principales contradicciones. Además, se analizó la problemática desde un enfoque transdisciplinario, el cual, además de centrarse en el aspecto económico, se entrelazó con un estudio que involucra a la sociedad y el medioambiente. Se considera que, esta estrategia metodológica empleada es necesaria y de suma importancia para poder identificar y cuestionar las principales contradicciones ecológicas, políticas y del sistema capitalista que conforman una transición energética tan urgente, pero propulsada desde el propio capital; y lejos de eliminar las desigualdades medioambientales y regionales, las profundiza. Asimismo, el problema de fondo de la Crisis ecológica lo constituye un productivismo y un consumismo desmedido que supera los límites planetarios, los cuales no se trastocan; sino que se opta por buscar otro tipo de materiales y energías que permitan la continuidad ininterrumpida de un sistema de muerte como lo es el capitalismo.

Partiendo de que el presente artículo es un estudio de investigación, es importante mencionar que la forma en la que se realizó el análisis, fue realizar una revisión estadística y de datos obtenidos de fuentes oficiales internacionales en torno a energía, recursos naturales y clima, las cuales van desde la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), el S&P Global en expansión, Banco Mundial, Agencia Central de Inteligencia (CIA, por sus siglas en inglés), Servicio Geológico de los Estados Unidos, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), la UNCTAD, entre otros.

La herramienta metodológica de la Crítica de la Ecología Política nos permitió identificar la primera contradicción de la transición energética basada en energías alternativas que se nos presenta actualmente, según Aleida Azamar, se trata principalmente de un proceso que permite garantizar el funcionamiento del sistema productivo en el futuro. Por lo tanto, no se trata de una cuestión de interés ambiental, sino que la preocupación prevaleciente es garantizar que siga funcionando el sistema productivo capitalista. En este sentido, se trata de un proceso puramente economicista que permite establecer una dinámica productiva y una retórica política con la cual, se condena a los que no se apegan a este proceso. Y, por otro lado, está limitando el uso de otro tipo de soluciones energéticas que fueran también alternativas (Azamar, 2022).

En este contexto, se puede ver que las advertencias de las potencias económicas como Estados Unidos y Europa de dejar de utilizar petróleo solamente aplica para otros que no sean ellos, es decir, para países subdesarrollados de Asia, Latinoamérica y Sudáfrica; mientras que Estados Unidos fue el mayor consumidor mundial de productos derivados del petróleo en 2021, lo que representa el 17% del consumo en todo el planeta, seguido de China (16%) y de la India (5%) (Enerdata, 2022). Esto refuerza el planteamiento de Aleida Azamar, expuesto en el seminario “Economía y naturaleza: geopolítica de la financiarización repercusiones y alternativas” al argumentar que: “la transición energética es más bien como un garrote que está buscando limitar a otros en vez de buscar un diálogo que esté basado en las necesidades de todos” (Azamar, 2022). De esto surge toda la locura por la búsqueda de ciertos minerales estratégicos para la transición energética, tal es el caso del litio.

En los hechos podemos observar que el Colapso Bioclimático Capitalogénico es un fenómeno innegable e inocultable, pues a estas alturas existe ya un consenso entre la comunidad científica experta en la materia de que está en marcha el sobrecalentamiento planetario. Pues no olvidemos que sobretodo en los años 90 del siglo pasado éste fenómeno fue negado por una franja sesgada y vendida de científicos, lo cual, hizo perder tiempo absolutamente valioso para tomar medidas urgentes, así como también fueron décadas en las que más se emitieron GEI a la atmósfera al estar comandada la economía global por el neoliberalismo (Brulle, 2013). En su informe más reciente el IPCC, señala que la temperatura de la superficie del planeta ya ha aumentado 1,09 °C desde la era preindustrial (IPCC, 2022). Con base en estos datos científicos se confirmó la puesta en marcha de este fenómeno de colapso climático, mediante acontecimientos bastante desafortunados como: el desprendimiento y derretimiento de los glaciares y casquetes polares en Groenlandia, Alaska y en el polo sur, las inundaciones costeras por los cada vez más recurrentes y potentes huracanes, sequías cada vez más prolongadas, lluvias intensas dónde antes no llovía, entre otros; nos lleva a tomar medidas urgentes encaminadas a una transición energética postfosilista.

Incluso, algunos autores consideran que el Cambio Climático constituye el mayor conflicto socioambiental de nuestro tiempo, y hacen de la arquitectura para su intervención uno de los mayores retos de la gobernanza a nivel global. Por lo tanto, se propone promover y otorgar derechos a la naturaleza a escala estatal para contribuir a la activación socio-legal coordinada de diversos actores, necesaria para descarbonizar la economía (Hincapié, 2023). Por su parte, los autores Jiménez y Tous destacan la importancia de otorgar derechos a la naturaleza, argumentando que es una responsabilidad de las empresas, el respetar no sólo los derechos humanos; sino incluir, además los derechos de la naturaleza. Además, plantean una propuesta hondamente incluyente que es la siguiente: “la transición energética no se trata solo de sustituir fuentes de energía fósil por fuentes renovables, sino que debe estar alineada con el desarrollo sostenible, la protección de la naturaleza y el respeto por los derechos humanos” (Jiménez & Tous, 2023, p. 308).

En este contexto, se considera que la discusión sobre la transición energética debería girar en torno a quiénes serán los nuevos gestores de las energías renovables. Es decir,



si nuevamente será el gran capital, los estados-nación, o bien una participación entre la sociedad—inversionistas, científicos, académicos y ciudadanía- y el Estado como principales administradores; siendo esta última alternativa la más justa e incluyente que antepone como plataforma la importancia ecológica y de la vida y no únicamente las ganancias económicas, que es el principal incentivo que buscan las empresas privadas del gran capital. A la par de esta participación, es necesario también, gestionar sustentablemente la extracción minera o incluso el reciclaje de los metales y materiales que se requieren para elaborar toda esta nueva infraestructura.

Desde nuestro análisis se consideró que la transición energética postfosilista es necesaria e incluso urgente. Sin embargo, se cuestiona la forma en la que el capital la está impulsando ya que es contradictoria en términos ambientales, así como sesgada en términos de equidad económica global. Ya que, por un lado, al basarse en las fuentes renovables de la energía solar y eólica, se disminuirán considerablemente las emisiones GEI; pero, por otro lado, la minería se va a mega ampliar en la periferia latinoamericana principalmente, y probablemente también en el resto del sur global. Es por ello necesario cuestionar un modelo de movilidad urbana y de consumo inequitativo que hace a un lado a las mayorías y dejará sin recursos a las futuras generaciones.

Como consecuencia de dicha ampliación de la minería, se va a arrasar y destruir la vida, sobreexplotar y contaminar el agua y afectar la salud de la población en las regiones dónde se encuentran estos minerales de manera exponencial a como lo viene haciendo hoy en día el capital. En términos económicos, hasta el momento sólo se beneficia a países desarrollados y empresas intensivas en conocimiento que están desarrollando la tecnología que requieren las energías alternativas, como ocurre con Tesla, una de las empresas más rentables del mundo, por poner un ejemplo. Este latente escenario, pareciera ser una copia en términos de desigualdad ambiental y económica del actual patrón tecnoenergético fosilista comandado por las grandes petroleras *The Big Oil*, con la diferencia de que la devastación ecológica se direccionaría por otra ruta.

La transición energética postfosilista o descarbonización de la economía se centra en dos ejes:

- 1) Grandes dispositivos de almacenamiento de energía renovable, o también llamadas baterías; las cuales, se encargarán de llevar a cabo algunas actividades económicas.
- 2) La sustitución de todos los vehículos convencionales movidos por energía fósil o alcohol (diésel, o gasolina, etc.) por vehículos eléctricos o vehículos híbridos-eléctricos.

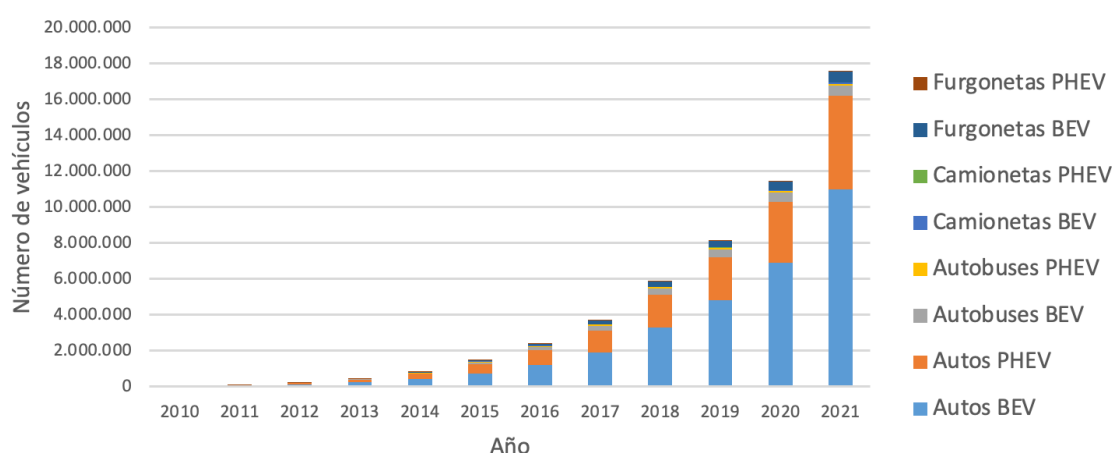
Respecto al primer eje, podemos decir que tienen un uso demasiado intensivo en minerales estratégicos como el litio, niobio, cobre, manganeso y cobalto. Respecto del segundo eje podemos decir que, de la sustitución del parque automotriz mundial va a depender la posibilidad de lograr gran parte de la descarbonización de la economía mundial hacia el año 2050 o 2060; ya que tan sólo en el caso de Europa, el sector transporte representa aproximadamente el 75% de la emisión de GEI (Bruckmann, 2021). Bajo este

escenario, China está liderando la producción de energías renovables. China asume el liderazgo mundial en energías renovables en la última década con una inversión de 758 mil millones de dólares, es decir, casi el 31% del gasto global, los Estados Unidos están en segundo lugar con 356 mil millones de dólares, es decir, 14% del gasto global; de ahí le siguen Japón, Alemania, Inglaterra e India (Energía & Agencia Internacional de Energía, 2021).

## Resultados

A continuación, en la gráfica 1, podemos observar cómo la producción/existencia global de automóviles eléctricos ha crecido en estos últimos once años.

Figura 1. Existencia global de vehículos eléctrico 2010-2021.



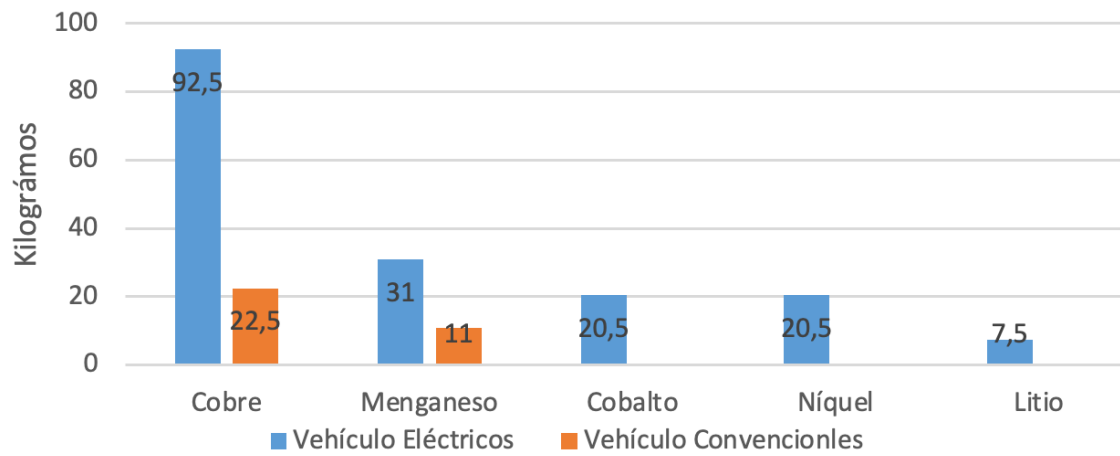
Fuente: elaboración propia con información de la International Energy Agency.

Nota. Los BEV son vehículos eléctricos de batería. Los PHEV son vehículos eléctricos híbridos enchufables.

Con base al crecimiento de la producción/existencia de automóviles eléctricos e híbridos, es necesario conocer los minerales y la cantidad de estos que utilizan este tipo de vehículos y contrastarlos con estos mismos datos de los automóviles convencionales movidos por combustibles fósiles. A continuación, la gráfica 2 nos proporciona esta información.



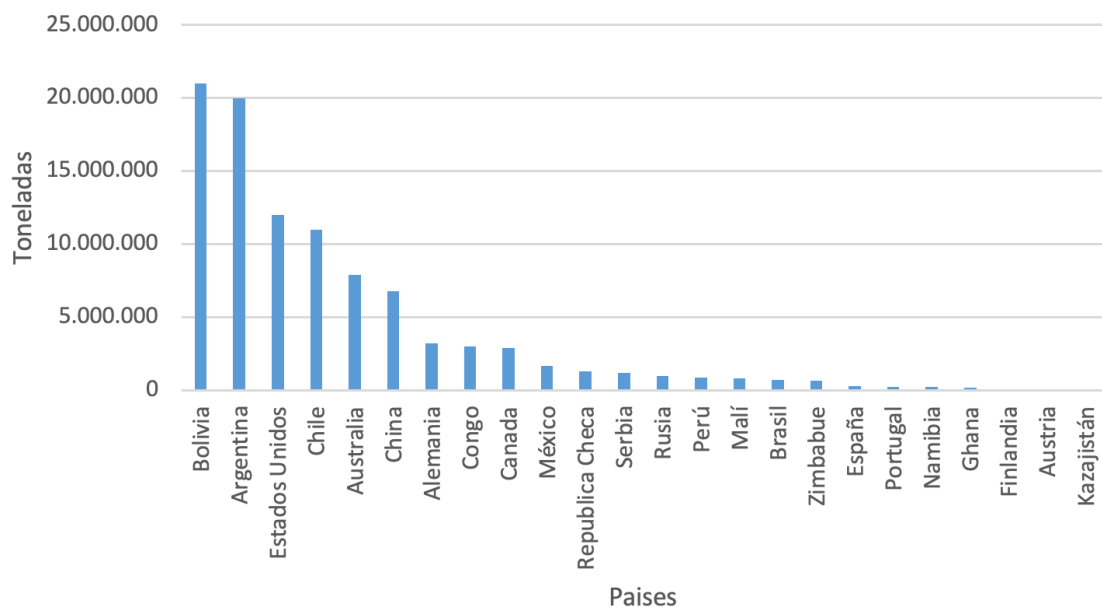
Figura 2. Minerales utilizados en tecnologías de transporte seleccionadas.



Fuente: elaboración propia con información de la Agencia Internacional de Energía, tomado de Mónica Bruckmann, 2021.

En este contexto, una vez teniendo una estimación de la cantidad de nuevos minerales y metales que se requerirán para la producción masiva de autos eléctricos e híbridos, uno de los ejes de esta transición energética postfosilista, pasemos a ver la gráfica 3, que nos muestra las reservas de litio por país.

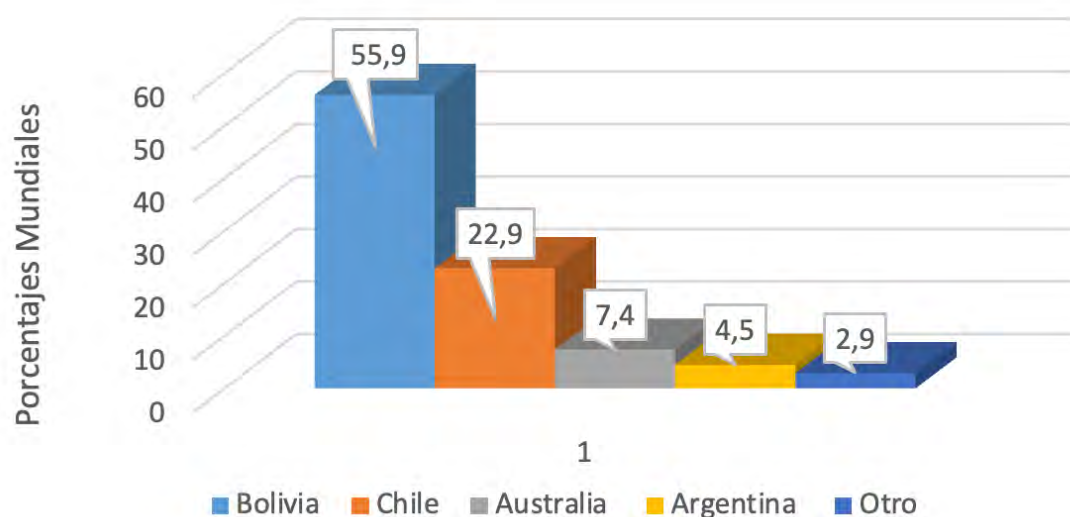
Figura 3. Reservas de litio mundiales.



Fuente: elaboración propia con información del Servicio Geológico de los Estados Unidos.

Estos son los datos proporcionados por el Servicio Geológico de los Estados Unidos. Sin embargo, se considera necesario incluir la información de las reservas de litio del Atlas de Bolivia, porque la información varía. La información que a continuación se presenta, contempla el dato del viceministro de Altas Tecnologías de Bolivia.

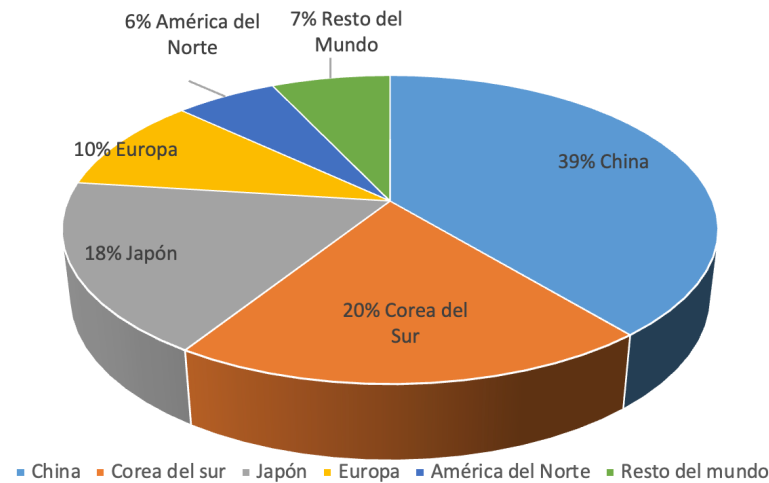
Figura 4. Países con las Principales Reservas de Litio, 2019.



Fuente: elaboración propia con base en información del viceministro de Altas Tecnologías de Bolivia, tomado de Monica Bruckmann, 2021.

Ahora bien, una vez que se conocen las reservas de este mineral esencial para la producción de baterías que se fabricarán en los próximos años, veamos a continuación en la gráfica 4, el consumo mundial de litio por región.

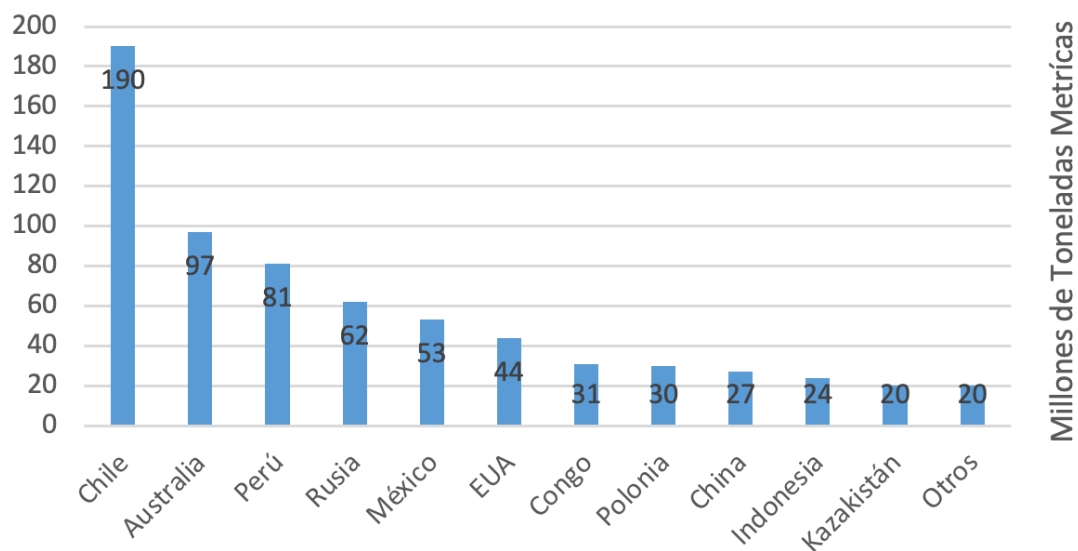
Figura 5. Consumo Mundial de Litio por Región, 2019.



Fuente: elaboración propia tomada de UNCTAD (2019).

Finalmente, observemos cómo están distribuidas las reservas de cobre en la gráfica 5, otro de los metales que más se van a demandar debido a su versatilidad empleada en los nuevos almacenamientos de energía solar. Veamos a continuación el caso del cobre:

Figura 6. Reservas de Cobre por País 2022



Fuente: elaboración propia con información tomada de statista, Ranking de los países con mayores reservas de cobre en 2022 (en millones de toneladas métricas).

## Discusión

La figura (1) nos muestra el crecimiento exponencial de automóviles e híbridos eléctricos enchufables, pasando de menos de un millón en el año 2011 a casi 18 millones en 2021. En este contexto, China es el país que más tiene automóviles tanto eléctricos como híbridos-eléctricos, de ahí le siguen algunos países europeos y luego Estados Unidos (Energía & Agencia Internacional de Energía, 2021). Siguiendo este estudio, es necesario contemplar los siguientes datos: para producir un vehículo convencional, sabemos que su batería pesa de 30 a 40 kg. y la composición de minerales de esta batería es 22 kg de cobre y 11 kg de manganeso. Por el contrario, la batería para un automóvil eléctrico de 5 pasajeros pesa el 45% más de la de un automóvil convencional, se trata de baterías que pesan entre 170 a 180 kg.; de ese peso total, tal como lo muestra la figura (2): 92 kg. es cobre, 32 kg. manganeso, 20 kg. cobalto, 2 ½ kg. níquel, 7 ½ kg. litio. Por lo tanto, si hacemos un cálculo sencillo de 35 a 180; es decir, se multiplica de 5 a 7 veces el consumo de minerales críticos para producir un único vehículo eléctrico en relación con un vehículo convencional (Bruckmann, 2021; Banco Mundial, 2020).

Hasta ahora hemos visto que se requieren de ciertos minerales críticos en una gran cantidad para llevar a cabo la transición energética postfosilista. No obstante, con el fin de delimitar el presente trabajo de investigación, éste se centrará en el análisis de dos de estos minerales que por motivos estratégicos serán: el cobre y el litio. Esta importancia deriva de centrar la mirada un poco más de cerca al caso de México, quien cuenta a su vez, con importantes reservas de estos dos minerales. Por lo que en la figura 3, podemos observar las reservas de litio por país, en donde sobresale la preponderancia de países latinoamericanos.

En la figura (4) se puede observar que Bolivia está en primer lugar en reservas de litio con 56% de las reservas mundiales probadas y comprobadas, Chile con 23% y Argentina con 4.5%. Esto significa que, entre estos tres países tenemos un poco más del 80% de las reservas mundiales de litio como región Latinoamericana. Este hecho confirma la hipótesis de la ampliación de la minería en América Latina al poseer más litio a nivel global. En la siguiente figura (5) se aprecia el consumo mundial de litio, la cual, es muy importante contrastar con las gráficas (3 y 4) de reservas de este mineral para ver hacia dónde se dirigen las mismas.

En la figura (5) se puede ver, que en primer lugar de consumo mundial de litio está China con casi del 40%, porque es el gran productor de vehículos eléctricos. En segundo lugar, está Corea del sur, al ser gran productor de las baterías de los productos electrónicos que se producen y se consumen en el planeta como celulares, computadoras y otros aparatos tecnológicos; luego está Japón al tener una gran producción de automóviles eléctricos, desplazando a Estados Unidos, quien para el año 2019 únicamente consumía el 6% del litio a nivel mundial. La demanda de litio calculada por el servicio geológico de los EU va de 269 miles de toneladas métricas en 2018 a 820 mil toneladas métricas en 2025. Y en la medida en que se incremente la producción de vehículos eléctricos, la demanda de litio va a crecer mucho más de lo previsto hacia 2025, o sea, de aquí a 2 años.

Analicemos el caso del cobre en la figura (6), ahí se observa que las principales reservas de cobre por país al 2021 se encuentran concentradas en entre tres países de América Latina: Chile, Perú y México, juntos tenemos el 38% de las reservas mundiales de cobre. No olvidemos que, para producir un automóvil eléctrico se necesitan 92 kg. de cobre por lo menos; por lo tanto, imaginemos la presión que va a significar la demanda mundial por el cobre en estos tres países, México posee el 6% de las reservas mundiales de este metal, siendo la mina de de “Buenavista del cobre una de las cuatro minas de cobre más importantes del mundo.

Los datos de la figura (1) nos permiten hacer un ejercicio simple de abstracción, al observar que estos 12 millones de vehículos eléctricos que circulaban en 2019 en el mundo, correspondían a una proporción del 1% a 1/2% del parque automotriz mundial. Por lo tanto, si se avanza al 50% o al 60% del parque automotriz mundial con vehículos eléctricos, meta que se tiene para el año 2050 de acuerdo con el Pacto Verde Europeo, ¡la demanda mundial por cobre, por manganeso, por cobalto, por níquel y por litio se va a multiplicar de manera exponencial!, la demanda mundial de litio se va a multiplicar casi por 10 veces, la de cobalto por 6 veces, y la de grafito casi 4 veces (Banco Mundial, 2020).

Tan sólo el eje correspondiente a la sustitución del parque vehicular fósil por parque vehicular eléctrico va a tener un impacto gigantesco en los países que tienen las principales reservas de estos Recursos Naturales Estratégicos, y el tipo de minería que se practica en países como América Latina, es la minería a cielo abierto, cuyo potencial de contaminación sobre los suelos, el agua y la biodiversidad, y por tanto, sobre la salud de las comunidades cercanas es altísimo; simplemente está prohibida en países desarrollados. Por lo tanto, es una situación extremadamente preocupante que constituye una amenaza planetaria, y es una de las principales contradicciones de la estrategia de descarbonización de la economía mundial para enfrentar el Cambio Climático pues sigue la misma lógica de consumismo y explotación de la naturaleza. Por ello, es importante cuestionar las formas de esta transición energética, así como proponer opciones sustentables; por ejemplo, en vez de producir masivamente automóviles eléctricos particulares que iguallen la cantidad de automóviles convencionales en existencia, sería más sustentable pensar en otro tipo de movilidad como pudiera ser el transporte colectivo eléctrico.

La autora Sandra Hincapié reconoce que “la reconversión tecnológica de la transición energética implica la profundización sin precedentes en los niveles de extracción de minerales y excede las reservas actuales de materiales como el litio, la plata, el cobre, el cobalto y el níquel” (p. 289). Hincapié agrega, además que “el Norte Global determina”,

los procesos de flujos de energía y materiales, sus formas de extracción, apropiación e impactos ecológico-distributivos, soslayando los pasivos ambientales que se generan en los procesos de extracción de grandes cantidades de materiales y recursos naturales del Sur Global, y de Latinoamérica en particular. (2023, p. 289)

La gran paradoja de esta transición energética es que para reducir las emisiones de GEI en los países productores y consumidores de las energías renovables (cuyo efecto se verá reflejado globalmente), trae como contrapartida una dimensión ambiental, política y social muy grave para los países con las mayores reservas de estos recursos naturales estratégicos. Pues el incremento en la demanda de estos recursos va a producir una devastación ambiental muchísimo mayor para que las industrias de bajo carbono puedan realizarse. Si bien es cierto que con la sustitución de parque vehicular mundial las emisiones de CO<sub>2</sub> disminuirían drásticamente, porque al menos la movilidad tiene como objetivo emisiones cero de GEI, para nuestra América significaría multiplicar la extracción de la tierra por 6 a 7 veces de cómo se extrae hoy en día; y las prácticas extractivas provocan daños irreversibles para la naturaleza en todas sus dimensiones.

Aunado a dicha problemática, en términos de una eficiencia de la movilidad, continuaría el problema del tráfico o de la saturación de automóviles particulares en las megaciudades como es el caso de la CDMX que ocurre hoy en día. El problema del flujo vial no se contempla en la transición energética basada en las energías renovables, ya que al pretender igualar la cantidad de parque vehicular en automóviles eléctricos e híbridos al parque vehicular movido por gasolina y diésel que existe actualmente 1.282 millones de vehículos (OICA, 2023), continuará existiendo el tráfico que imposibilita un desplazamiento ágil de un punto cercano a otro. Es por ello que la alternativa debe centrarse en invertir en transportes colectivos con tecnología eficiente “electromovilidad” que deje de lado el concepto predominantemente individualista del automóvil particular, tal como lo han hecho Japón y varios países de la Unión Europea. En este sentido, también se pueden considerar otras alternativas como las bicicletas eléctricas (e-bikes) que son un medio de transporte sostenible emergente. Las cuales, han sido un éxito en ciudades como Ámsterdam, Rotterdam, Londres y Copenhague. “Si se adoptan masivamente, ayudarían a enfrentar los desafíos de movilidad humana en las ciudades del mundo” (Iñiguez et al., 2023).

En este contexto, el contrato recién firmado entre la empresa Tesla y el gobierno de Nuevo León, México para que se instale una mega fábrica de baterías y automóviles eléctricos en el municipio de Santa Catarina, Nuevo León, muestra un claro ejemplo de la importancia geopolítica que juega México para empresas de energía solar. Ya que este municipio de Nuevo León es un espacio geográfico atractivo para Tesla por la cercanía que hay de nuestras reservas de litio y cobre, pues las principales reservas de estos recursos se encuentran en Sonora. Además de la cercanía con los mercados de Texas, pues se encuentra a sólo 380 km. de Austin, Texas, lugar donde ahora Tesla cuenta con su cuartel general; conforman estos dos elementos uno de los anhelados eslabones de las cadenas de valor en el proceso productivo. Tesla invertirá 5 mil millones de dólares, y se estima que producirá cerca de 1 millón de autos eléctricos al año, lo cual, implica la creación de 6 mil empleos directos (OICA, 2023).

El ejemplo de Tesla muestra varios puntos relevantes sobre las implicaciones de esta transición energética para uno de los estados mexicanos del norte, pues a pesar de que tanto el cobre como el litio se encuentran a pocos kilómetros de Nuevo León, el agua que

también es un recurso fundamental para el proceso productivo comienza a ser cada vez más escasa. No olvidemos que tan sólo el año pasado 2022, los habitantes de Monterrey (capital de Nuevo León), vivieron una crisis de escasez hídrica que afectó a la mayoría de la población regiomontana. No es casual que, Elon Musk dueño de Tesla, haya buscado garantizar el abasto de agua para su planta al acordar instalarla en nada menos que la huasteca nuevoleonense. Pues, aunque el hombre más rico del mundo argumente que su empresa es 100% sustentable y que únicamente va a requerir agua tratada cuyo tratamiento se dará dentro de su planta, es curioso ver cómo logró instalarse en el oasis dentro de una zona desértica.

Finalmente, no olvidemos que en la vuelta de siglo entramos en una fase de agotamiento de los recursos naturales, entre ellos los minerales metálicos y no metálicos, por lo que muchos de ellos son de difícil acceso, ello significa emplear técnicas cada vez más nocivas en términos de devastación y contaminación para el medioambiente y la salud de las personas, como la minería a cielo abierto. Esto aunado a la multiplicación de la demanda de ciertos minerales, agravará la situación ambiental en América Latina al ampliarse el extractivismo minero. Pues tal como se ha visto en las gráficas, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, México y Perú son los grandes países que poseen las principales reservas de litio, cobre otros metales y minerales a nivel mundial.

## Conclusiones

Con base a la investigación realizada que dio cuenta cómo crecerá la demanda de ciertos minerales y metales necesarios para la transición energética basada en energías renovables como el litio, cobre, níquel, molibdeno, y nobio, que se van a multiplicar, como vimos, por seis o siete veces, se concluye que el extractivismo minero o la minería en los países como México, Bolivia, Chile, Perú, se va a multiplicar en la misma proporción. Eso nos habla de que en esa misma proporción se va a multiplicar la devastación y contaminación ambiental, y de igual manera los conflictos socioambientales. Por lo tanto, la principal limitación de este trabajo y que queda pendiente, es llevar a cabo un estudio más preciso sobre estas afectaciones directas al medio ambiente, específicamente en torno a los daños a la biodiversidad, al agua y la salud de la población en los países mencionados.

Por otro lado, se está investigando actualmente con miras a ser publicado próximamente, estudios del caso de México sobre las afectaciones ambientales entorno al agua, particularmente en Sonora –dónde se encuentran las principales reservas de cobre y litio en municipios como Bacanuchi, Sahuaripa y Cananea- en dónde el agua es muy escasa al ser zona desértica más de la mitad de esa entidad federativa. El consumo del vital líquido en esa región se va a disparar poniendo en peligro la reproducción vital incluida la sociedad. El otro ejemplo es Nuevo León, al instalarse una planta de Tesla que, a pesar de reutilizar agua para llevar a cabo su producción, va a necesitar de la misma.

Se considera que, si bien es cierto, nuestra región cobrará una importancia geoestratégica y geopolítica relevante en el contexto de la transición energética, también se puede pensar



en otras formas de llevar a cabo una transición tan necesaria, que sean más incluyentes, que no necesariamente la comande el capital como es el caso; sino que se involucre más la sociedad y los gobiernos democráticos. Ya que un paquete económico como el energético no se debe dejar en manos del capital, pues el único interés que mueve a las empresas transnacionales es la acumulación de capital y, como lo han demostrado casos como el de España, no les interesa la destrucción ambiental.

Por último, el caso de México con el gobierno actual de la 4ª transformación es un ejemplo de lucha por recuperar la soberanía energética mexicana, al hacer el esfuerzo por recuperar PEMEX y CFE “de las manos” del capital extranjero; así como invertir miles de millones de pesos desde el Estado en dichas paraestatales que son, nada menos, los principales ejes de acumulación de capital del país. Se avecinan tiempos de transición por la nueva reconfiguración del patrón tecno-energético a nivel global, en donde América Latina juega un papel fundamental por la importancia de sus reservas de minerales y de metales estratégicos. Lo cual, por un lado representa tiempos de peligro debido a la División Internacional del Trabajo que coloca a nuestra región Latinoamericana como proveedora de materia prima y mano de obra excesivamente baratos, pero también estos tiempos de transición, como lo diría Luis Arizmendi, son tiempos de oportunidad porque son tiempos de coyuntura que bien podemos aprovechar las mayorías y quienes resulten ambientalmente afectados, para actuar en unidad como región latinoamericana en pro de un medio ambiente sano para todas y todos.

## Referencias

- Arizmendi, L. R. (2016). *El Capital ante la crisis epocal del capitalismo*. Instituto Politécnico Nacional.
- Arizmendi, L. R. (2018). *La crisis epocal del capitalismo del siglo XXI*. Instituto Politécnico Nacional.
- Arizmendi, L. (2011). *Horizontes de la vuelta de siglo*. Instituto Politécnico Nacional.
- Azamar, A. A. (2021, octubre 20-21). *Economía y naturaleza: Un mundo de conflictos socioambientales?* [Congreso]. Economía y naturaleza: geopolítica de la financiarización repercusiones y alternativas, Octubre, Ciudad de México.
- Banco Mundial. (2020). *La producción minera se dispara con el aumento de la demanda de energía limpia*. Banco Mundial.
- Bruckmann, M. (2021, 15 de mayo). El Pacto Verde Europeo y las perspectivas de América Latina. América Latina en movimiento. <https://www.alainet.org/es/articulo/212225>
- Brulle, R. J. (2013). Institutionalizing delay: foundation funding and the creation of U.S. climate change counter-movement organizations. *Nation Communications*, 122, 681-694.
- De Lisio, A. (2020). La Economía Ecológica como Alternativa al Extractivismo en la responsabilidad de América Latina frente al Cambio Climático. *Terra. Nueva etapa*, XXXVI(59).

- Enerdata. (2022, 01 de septiembre). Tendencias Energéticas Mundiales. [https://lc.cx/9J\\_cTm](https://lc.cx/9J_cTm)
- Energía, A. I., & Agencia Internacional de Energía. (2021). *IEA Annual Report 2021*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- Harvey, D. (2004). *The New Imperialism: Accumulation by Dispossession*. Socialist Register.
- Hincapié, S. (2022). Gobernanza ambiental global y derechos de la naturaleza en América Latina. *Revista derecha del Estado*, (54), 277–305. <https://doi.org/10.18601/01229893.n54.09>
- Iñiguez, V., Villa, E., Ochoa, D., Larco, C., & Sempértegui, R. (2023). Estudio de eficiencia energética de una bicicleta eléctrica urbana cargada con una estación de carga solar fotovoltaica autónoma y su cumplimiento con la regulación ecuatoriana No. ARCERNNR – 002/20. *Ingenius Revista de Ciencia y Tecnología*. 29, 46-57
- IPCC. (2022). *Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jiménez Guanipa, H., y Tous Chimá, J. (2022). Integralidad derechos humanos-derechos de la naturaleza: hacia la debida diligencia empresarial y la transición energética sostenible. *Revista derecha del Estado*, (54), 307–344. <https://doi.org/10.18601/01229893>.
- Martínez, E. M. (2019). El extractivismo minero en América Latina: planteamientos, paralelismos y presunciones desde el caso de Guatemala. *Perfiles latinoamericanos*, 27(53), 00001. <https://doi.org/10.18504/pl2753-001-2019>.
- OICA. (2023, 28 de abril). International Organization of Motor Vehicle Manufacturers. OICA is the voice speaking on automotive issues in world forums. <https://www.oica.net>
- Saxe, J. F. (2015, 17 de septiembre). ¿Hacia un colapso climático antropogénico? La Jornada <https://www.jornada.com.mx/2015/09/17/opinion/026a1eco>
- Saxe, J. F. (2018). *Sociología política del colapso climático*. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades.
- Secretaría de Relaciones Exteriores. (2013). *Comunicado No. 080*. Secretaría de Relaciones Exteriores.
- UNCTAD. (2019). *Informe de la Reunión Multianual de Expertos sobre Productos Básicos y Desarrollo acerca de sus 11° período de sesiones*. Naciones Unidas.

## **Risks of the post-fossil energy transition in Latin America on overexploitation and pollution of nature**

### **Riscos da transição energética pós-combustível fóssil na América Latina: superexploração e contaminação da natureza**

**Alma Delia Soto Toledo**

Universidad Nacional Autónoma de México | Ciudad de México | México |

<https://orcid.org/0009-0002-8128-5564>

asotot@ipn.mx

alma.soto.toledo@gmail.com

Licenciada en Economía por la Facultad de Economía de la UNAM y Maestra en Estudios Latinoamericanos por el Programa de Posgrado en Estudios Latinoamericanos de la UNAM, actualmente profesora de la Academia de El Capital en la Escuela Superior de Economía del IPN.

#### **Abstract**

The present study took as its starting point the question: ¿Will the post-fossilist energy transition based on renewable energies affect the Latin American countries that have the main mineral and metallic reserves that constitute the material base of the batteries that it requires, due to the environmental devastation that the expansion of the extractive frontier will cause? In this sense, the objective was established to analyze, based on scientific data, the estimate of the demand for strategic minerals and metals for the energy transition, to know how much extractivism will increase. From the Critique of Political Ecology supported by the scientific method of the Critique of Political Economy and through a documentary analysis, the main environmental and health implications for Latin America in the energy transition proposed by capital were analyzed; when calculating the deepening of mining extractivism in the region, based on an estimate of the demand for certain critical minerals such as lithium, copper, manganese, nickel, cobalt and molybdenum, necessary for the production of batteries; as well as for the replacement of conventional vehicles powered by fossil energy by electric and hybrid-electric vehicles. The results obtained were by demanding an amount 6 or 7 times more of certain critical minerals, the extractive frontier will multiply exponentially in the same proportion, mainly in the demand for copper and lithium. The study concludes that, by increasing mining extractivism six or seven times more, in the same proportion, biodiversity, water and the health of the population will be devastated, as well as socio-environmental conflicts in the countries with the main reserves of these minerals.

Keywords: Ecological Crisis; Climate Change; Energy transition; Solar energy; Mining.

#### **Resumo**

Este estudo tem como ponto de partida a pergunta: A transição energética pós-combustível fóssil baseada em energias renováveis afetará os países latino-americanos que possuem as principais reservas de minerais e metais que constituem a base material das baterias que ela requer, devido à devastação ambiental que será causada pela expansão da fronteira extrativista? O objetivo é analisar, com base em dados científicos, a demanda estimada de minerais e metais estratégicos na transição energética, a fim de

descobrir o quanto o extrativismo aumentará. Com base na Crítica da Ecologia Política e por meio de uma análise documental das principais implicações ambientais para a América Latina na transição energética, foi estimada a demanda por determinados minerais críticos, como lítio, cobre e manganês, necessários para a produção de baterias e para a substituição de veículos convencionais por veículos híbridos-elétricos. Os resultados obtidos foram: ao demandar 7 vezes mais de determinados minerais, a fronteira extrativa se multiplicará exponencialmente na mesma proporção. O estudo conclui que, com o aumento do extrativismo em sete vezes, a biodiversidade, a água e a saúde serão devastadas, e os conflitos socioambientais crescerão na mesma proporção.

Palavras-chave: Crise ecológica; mudança climática; transição energética; energia solar; mineração.