



Interamerican Association for Environmental Defense *Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente*

6 de marzo, 2023

Sr. Marcos Orellana

Relator Especial de Naciones Unidas sobre tóxicos y derechos humanos
Naciones Unidas

Ref.: Aportes desde AIDA sobre los impactos tóxicos de algunas soluciones al cambio climático

Estimado Relator Orellana,

Reciba un cordial saludo de parte de la Asociación Interamericana por la Defensa del Ambiente. Atendiendo al llamado realizado por la relatoría nos permitimos remitir contribuciones para el informe temático al Concejo de Derechos Humanos relacionadas con la contaminación tóxica y las consecuencias para los derechos humanos de las soluciones al cambio climático.

Mayor minería metálica

Las energías renovables requieren el uso de mayores cantidades de metales, en particular, las turbinas eólicas. Una sola turbina eléctrica de 3 MW requiere en promedio 335 toneladas de hierro, 4.7 toneladas de cobre, 3 toneladas de aluminio, 2 toneladas de tierras raras¹. Por ejemplo, el [Parque Eólico de Galápagos](#) con apenas 3 turbinas eólicas de 750 KW contiene aproximadamente 753 toneladas de hierro, 10.5 toneladas de cobre, 6.8 toneladas de aluminio y 4.5 toneladas de tierras raras. De forma similar, la electrificación de los sistemas de transporte terrestre requiere el uso de gran cantidad de minerales. Por ejemplo, los autos eléctricos requieren 250% más cobre y 200% más manganeso que los autos convencionales². Adicionalmente, requieren del uso de materiales como Grafito y metales como el Litio; Nickel; Cobalto; y Metales raros, que no se usan en los vehículos convencionales^{3 4}.

Estos metales provienen de la extracción minera de roca dura, actividad que genera desechos y emisiones tóxicas. Los más comunes problemas ambientales de la minería metálica son los

¹ National Wind Watch. 2013. Metals and minerals in wind turbines. <https://www.wind-watch.org/documents/metals-and-minerals-in-wind-turbines/>

² IEA, Minerals used in electric cars compared to conventional cars, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/minerals-used-in-electric-cars-compared-to-conventional-cars>,

³ ibid

⁴ Porcentajes del total de minerales utilizados en la elaboración de vehículos eléctricos.

[relaves tóxicos](#) y los [drenajes ácidos de mina](#). Ejemplo de esto es lo que históricamente ha sucedido en la mina de cobre [Berkeley](#) en el estado de Montana – Estados Unidos, la cual generó aguas ácidas de pH alrededor de 2.5 y con concentraciones altas de arsénico, cadmio y zinc⁵. De manera similar, las minas [Chino, Cobre y Tayron](#) en Nuevo México que han producido drenajes ácidos hasta contaminar las aguas subterráneas⁶. Una lista histórica detallada de los impactos tóxicos en el agua ocasionados por actividades mineras en los Estados Unidos [se encuentra disponible aquí](#). Además de la actividad minera, la producción de metales genera graves problemas de contaminación por tóxicos que afectan a la salud y vida humana en los procesos de fundición, tal como ha sido detallado en el caso de la Fundición de La Oroya en Perú⁷.

Exacerbación minera en el Triángulo del litio y riesgos tóxicos

Muchas de las tecnologías emergentes en respuesta a las emisiones de efecto invernadero dependen en gran medida del almacenamiento energético en baterías. Actualmente las baterías que dominan el mercado por su eficiencia, son las baterías de iones de litio (LIB)⁸. Existen varios estudios sobre la proyección de la demanda de LIB para las próximas décadas, que varían en base a cada metodología, pero todos ellos apuntan a un aumento en la demanda^{9 10 11 12}. Para ello es fundamental asegurar que la extracción de sus materias primas se realice bajo estrictos procesos de regularización y control ambiental y, por supuesto, en respeto de los derechos humanos (incluido el derecho a un ambiente sano) de quienes habitan las zonas de extracción.

La industria de las baterías de litio ha identificado a los salares ubicados en la zona fronteriza de Argentina, Bolivia y Chile, zona conocida como “triángulo del litio”, como un lugar donde extraer litio a bajo costo. La producción se realiza mediante la extracción de la salmuera (solución salina que contiene litio) para su posterior evaporación por acción directa del sol y los vientos, de forma que este tipo de minería implica menor gasto energético y menor costo económico de producción comparada con la extracción de litio en roca dura. Es importante destacar que el “bajo costo” de producción de litio en los salares altoandinos, no considera los

⁵ Heinrich Böll Stiftung Colombia, Impactos a Perpetuidad. El Legado de La Minería, 2020, Interamerican Association for Environmental Defense (AIDA). April 21, 2020. <https://aida-americas.org/es/impactos-a-perpetuidad-el-legado-de-la-mineria>.

⁶ Oficina de Recursos Naturales de Nuevo México, Plan final para la restauración del agua subterránea para las facilidades mineras de Chino, Cobre y Tayron, 2012. https://www.cerc.usgs.gov/orda_docs/DocHandler.ashx?task=get&ID=1177

⁷ Cederstav, A. &, Barandiaran, A., (2002). “La Oroya cannot wait”. Interamerican Association for Environmental Defence., & Sociedad Peruana de Derecho Ambiental Ed. <https://aida-americas.org/es/la-oroya-no-puede-esperar>

⁸ Huang, Tai-Yua. Et. Al. Life Cycle Assessment and Techno-Economic Assessment of Lithium Recovery from Geothermal Brine. ACS Sustainable Chem. Eng. 2021, 9, 6551–6560

⁹ Fortune Business Insight: Lithium Ion Battery Market Size. <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/lithium-ion-battery-market-100123>

¹⁰ World Economic Forum, 2021. <https://www.weforum.org/agenda/2021/09/batteries-lithium-ion-energy-storage-circular-economy/>

¹¹ Wood Mackenzie, 2022. Global lithium-ion battery capacity to rise five-fold by 2030. <https://www.woodmac.com/press-releases/global-lithium-ion-battery-capacity-to-rise-five-fold-by-2030/>

¹² Statista, 2023. Projected battery demand worldwide by application 2020-2030. <https://www.statista.com/statistics/1103218/global-battery-demand-forecast/>

costos sociales generados por el uso industrial de importantes cantidades de agua fresca, en zonas caracterizadas por escasez de agua para el consumo y subsistencia humana.

Adicionalmente, en un escenario de mayor extracción minera en el triángulo de litio de metales para la transición energética o metales críticos (en este caso cobre y litio), la disponibilidad de agua en los ecosistemas será significativamente menor¹³ y, por tanto, la concentración de Arsénico (As), natural y antropogénico^{14 15} en las cuencas hidrográficas, podría aumentar, como ya ha sucedido en ocasiones anteriores^{16 17}. El riesgo de contaminación tóxica al agua aumenta a medida que más proyectos extractivos se realizan en esta zona, más aún cuando la “urgencia” por los metales de transición, disminuye el tiempo dedicado a estudiar los complejos sistemas hidrogeológicos de los salares y las posibles consecuencias que su alteración pueda significar.

Baterías de litio, ciclo de vida y sustancias tóxicas

La vida útil de una LIB viene determinada por diferentes fenómenos de degradación de la célula a lo largo del tiempo y de los ciclos de carga y descarga, y depende de la profundidad de descarga (DoD), la velocidad de carga y la temperatura de funcionamiento¹⁸. Normalmente se considera que una LIB está en el término de su vida útil cuando su capacidad energética utilizable es del 80% de su valor inicial. Durante el ciclo de vida de las baterías existen diferentes impactos ambientales¹⁹, sin embargo, ante el creciente consumo de LIB, preocupa desde la perspectiva de manejo de tóxicos particularmente, la apropiada disposición final de estas baterías al término de su vida útil y la necesidad de reciclar los metales en las baterías dado su limitada disponibilidad y alto costo ambiental de producción.

Las baterías de iones de litio contienen soluciones tóxicas²⁰ que, incluso, pueden ser liberadas por el calentamiento, quema o explosión de las mismas, donde gases de gran impacto a la salud

¹³ Moran, B. J., Boutt, D. F., McKnight, S.V., Jenckes, J., Munk, L. A., Corkran, D., & Kirshen, A. (2022). "Relic groundwater and prolonged drought confound interpretations of water sustainability and lithium extraction in arid lands". *Earth's Future*, 10, e2021EF002555. <https://doi.org/10.1029/2021EF002555>

¹⁴ Oscar Ercillo Herrero (2016). Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), "Origen del arsénico en salmueras y costras del Salar de Pujsa, II Región de Antofagasta, Chile" https://www.researchgate.net/publication/304025286_Origen_del_arsenico_en_salmueras_y_costras_del_Salar_de_Pujasa_II_Region_de_Antofagasta_Chile

¹⁵ J. Tapia, J. Murray, M. Ormachea, N. Tirado, D.K. Nordstrom, "Origin, distribution, and geochemistry of arsenic in the Altiplano-Puna plateau of Argentina, Bolivia, Chile, and Perú", *Science of The Total Environment*, Volume 678, 2019, Pages 309-325, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.084>

¹⁶ Alam, M. A., & Bieger, K. (2020). *ARSENIC CONTAMINATION IN THE COPIAPÓ RIVER BASIN, ATACAMA REGION, CHILE*. <https://doi.org/10.1130/abs/2020AM-359504>

¹⁷ Bieger, K., & Alam, M. A. (n.d.). *Factors controlling varying Arsenic concentration in the Copiapó River, Atacama Region, Chile*. <https://www.researchgate.net/publication/351099093>

¹⁸ .F. Peters et al. The environmental impact of Li-Ion batteries and the role of key parameters – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67 (2017) 491–506

¹⁹ Earthjustice Clean Energy Supply Chain Working Group. Inside the Lithium-Ion Lifecycle Reducing battery impacts, sustaining the clean energy revolution. 2021

²⁰ Y. Tang, H. Xie, B. Zhang, X. Chen, Z. Zhao, J. Qu, et al., Recovery and regeneration of LiCoO₂-based spent lithium-ion batteries by a carbothermic reduction vacuum pyrolysis approach: controlling the recovery of CoO or Co, *Waste Manag.* 97 (2019) 140–148

como CO, HF, SO₂, NO₂, NO y HCl, pueden ser liberados²¹. Por lo anterior, las LIB no pueden ser dispuestas en un relleno sanitario común ni eliminadas mediante la quema, tienen que ser correctamente almacenadas en lugares aislados donde las sustancias tóxicas como electrolitos y metales tóxicos no se percolen en el suelo y los acuíferos²². Sin embargo, se estima que más del 95% de las LIB en Estados Unidos y Europa tienen una inadecuada disposición final²³ contaminando el ambiente y poniendo en riesgo la salud de la población. Un adecuado control y manejo desde la génesis hasta la disposición final de las LIB es necesario para asegurar que estas no generen impactos tóxicos en la sociedad y el ambiente.

Reciclaje de baterías y control de sustancias tóxicas

Es urgente que se tomen las medidas necesarias para lograr el reciclaje completo y seguro de estas baterías, con el fin de minimizar los impactos tóxicos al fin de su vida útil. En la actualidad existen tres prácticas principales de reciclado. La primera de ellas es la pirometalúrgico (fundición), para la cual se requiere calentar el cátodo a una temperatura entre 500 y 600 °C, y hasta los 1.500 °C, lo que genera altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), gases tóxicos y flujos de residuo. La segunda, es el reciclaje hidrometalúrgico (lixiviación) que tiene una huella de GEI mucho menor, pero requiere insumos químicos como los ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico y el peróxido de hidrógeno, genera grandes flujos de aguas residuales que exigen un tratamiento posterior, y flujos de residuos sólidos que deben depositarse en vertederos después de este tratamiento. Por último, está el reciclado directo²⁴.

El reciclaje completo de baterías es realizado normalmente mediante los tres procesos anteriores: un pre tratamiento físico que consiste en la separación mecánica de los diferentes componentes de la batería, seguido de procesos químicos de pirometalurgia e hidrometalurgia que incluyen subprocesos de pirólisis, incineración y fundición²⁵. Como mencionamos antes, la pirometalurgia tradicional genera muchos gases, varios de ellos tóxicos²⁶. Sin embargo, recientes avances tecnológicos han hecho posible el desarrollo de mecanismos integrados de tratamiento de gases tóxicos²⁷. El uso de las mejores tecnologías disponibles en cuanto al

²¹ Peng Yang, et al. A Comprehensive Investigation on the Thermal and Toxic Hazards of Large Format Lithium ion Batteries with LiFePO₄ Cathode. *Journal of hazardous materials*, 2020, 381: 120916. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120916>

²² El 95% de las baterías de iones de litio gastadas que acaban en los vertederos de EE.UU. y Europa también suponen un riesgo para el medio ambiente debido a la contaminación del suelo y el agua por fugas de electrolitos y metales pesados. Shun Myung Shin et al., Development of a metal recovery process from Li-ion battery wastes, 79 *HYDROMETALLURGY* 172–181 (2005), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304386X0500143X> (last visited Apr 17, 2020).

²³ Mitch Jacoby, It's time to get serious about recycling lithium-ion batteries, 97 *CHEMICAL & ENGINEERING NEWS*, 2019, <https://cen.acs.org/materials/energy-storage/time-serious-recycling-lithium/97/i28> (last visited Jan 4, 2020).

²⁴ Earthjustice Clean Energy Supply Chain Working Group. Inside the Lithium-Ion Lifecycle Reducing battery impacts, sustaining the clean energy revolution. 2021. P, 44

²⁵ Brian Makuza et al., 2021 "Pyrometallurgical options for recycling spent lithium-ion batteries: A comprehensive review". <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.229622>

²⁶ Science Direct, "Pyrometallurgical processes" <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/pyrometallurgy>

²⁷ Velázquez-Martínez, Omar, Johanna Valio, Annukka Santasalo-Aarnio, Markus Reuter, and Rodrigo Serna-Guerrero. 2019. "A Critical Review of Lithium-Ion Battery Recycling Processes from a Circular Economy Perspective" *Batteries* 5, no. 4: 68. <https://doi.org/10.3390/batteries5040068>

manejo de emisiones o efluentes tóxicos es indispensable para asegurar que no se vulnere la salud de quienes puedan estar expuestos a estos gases. Desafortunadamente, el reciclaje de LIB es muy bajo. En 2017 solo se reciclaron el 3% de todas las LIB y la tasa de recuperación global de litio fue menor al 1%. La transición justa no debe pasar por alto esta realidad. Considerando la producción actual de LIB y la demanda proyectada, la recuperación y reciclaje debe ser una prioridad para nuestra sociedad de forma que evitemos los impactos tóxicos que la mala disposición de las LIB puede tener en el ambiente y la salud humana.

Esperamos que la información brindada sea relevante para el informe temático.

Atentamente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Claudia Velarde Ponce de León', with a stylized flourish at the end.

Claudia Velarde Ponce de León
Coordinadora del Programa de Ecosistemas
Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente - AIDA