

Serie Ideas y Reflexiones IISEC-UCB Nro. 3/2024

DESAFÍOS AMBIENTALES Y REGULATORIOS EN LA MINERÍA AURÍFERA BOLIVIANA: EL IMPACTO DEL USO DE MERCURIO

18 de julio de 2024

Kevin Antony Lucero Donaldson

Asistente de Investigación del IISEC-UCB, Becario de la fundación Hanns Seidel

1. Introducción

La minería aurífera en Bolivia se ha consolidado como una actividad económica de gran importancia, con las cooperativas mineras alcanzando una producción récord de 53.3 toneladas en 2022, valoradas en 3,073 millones de dólares (Zaconeta, 2024). Sin embargo, este sector enfrenta desafíos críticos, especialmente en cuanto a contaminación ambiental y regulación inadecuada.

Uno de los problemas más alarmantes asociados a la minería aurífera es la contaminación por mercurio. El uso indiscriminado de este metal pesado en el proceso de extracción de oro no solo contamina los ríos, como el Madre de Dios y el Beni, sino que también refleja un incumplimiento de las regulaciones ambientales. Bolivia se ha convertido en uno de los principales importadores de mercurio, atrayendo la atención mundial por la contaminación resultante y el contrabando hacia países donde su comercialización está prohibida (Córdova, 2024).

Este estudio explora los impactos negativos de la minería aurífera en Bolivia, especialmente en lo que respecta al uso del mercurio. Además, se examinarán críticamente las políticas y regulaciones existentes en el país, explorando posibles soluciones para mitigar los efectos perjudiciales de esta industria.

2. La minería aurífera en Bolivia

La actividad minera, específicamente la explotación y extracción de oro, conlleva impactos ambientales significativos y repercusiones socioeconómicas profundas en las comunidades afectadas. La dependencia económica de la minería puede generar un ciclo de pobreza y vulnerabilidad, donde las comunidades se ven obligadas a sacrificar su salud y el entorno natural en aras de la subsistencia (Peñaranda, 1996). Estudios han demostrado

que la contaminación por mercurio y otros metales pesados, resultante de la minería, tiene efectos adversos en la salud humana, incluyendo problemas neurológicos y enfermedades crónicas (UNEP, 2019).

La minería aurífera artesanal y a pequeña escala (MAPE) constituye una de las actividades económicas más importantes a nivel mundial. Es una de las más contaminantes por el uso inadecuado de compuestos altamente tóxicos como el mercurio. En Bolivia, por ejemplo, el 24% de las exportaciones minerales proviene de la minería aurífera, con 1100 cooperativas mineras auríferas registradas en el país, utilizando métodos de extracción que generan contaminación con mercurio (Bozo, Erazo y Ohara, 2015). Para 2022, las cooperativas mineras controlaban casi el 100% de la producción nacional de oro (Zaconeta, 2024). Esta situación ha generado impactos negativos en los pueblos indígenas debido a la contaminación por mercurio en las regiones altas (Alipaz, 2024).

El uso de mercurio en la MAPE es común, especialmente en Bolivia, donde se usa legalmente pese a sus graves consecuencias ambientales y para la salud humana. Este químico se ha utilizado de manera creciente desde la década de 1980 en la extracción de oro en la Amazonía boliviana, impulsado por el aumento de los precios del metal precioso (Taschirhart, 2011). Este aumento en la producción de oro en el país ha exacerbado aún más el problema; en 2011, la producción de este metal incrementó de 4 a 6 toneladas, y para el año 2014, esta alcanzó 34 toneladas (Bozo, Erazo y Ohara, 2015).

En 2022 se alcanzó una producción récord de 53.3 toneladas, valoradas en 3,073 millones de dólares. De tal modo, las cooperativas mineras auríferas han establecido un monopolio en la explotación de oro boliviano. Además, el oro ha igualado al gas natural como principal producto de exportación en 2022, con ingresos de 3,007 millones de dólares, frente a los 3,088 millones de dólares generados por la exportación de hidrocarburos.

Por la debilidad de la normativa boliviana, que favorece al sector cooperativo, apenas se han recaudado 63.2 millones de dólares en regalías para el Estado, mientras que 3,010 millones quedaron en manos privadas. Esta expansión de la minería se concentra en los departamentos de La Paz, con el 75%, y Beni, situados en la Amazonía boliviana (Zaconeta, 2024).

3. Impacto medioambiental y social del mercurio y la minería aurífera:

La prevalencia del uso de mercurio en la minería aurífera plantea una pregunta crucial: ¿por qué este elemento es tan ampliamente utilizado en esta industria? Según Tschirhart (2011), la respuesta radica principalmente en el bajo costo de adquisición y aplicación del mercurio en el proceso de amalgamación del oro.

Ceccatelli (2010) respalda esta afirmación al señalar que el mercurio es una opción atractiva debido a que no requiere inversiones costosas ni maquinaria elaborada. Además,

su disponibilidad en el mercado en pequeñas cantidades y sin control alguno lo convierte en una opción económica y accesible para las operaciones mineras.

A pesar de ello, es esencial reconocer que el uso masivo de mercurio en la minería aurífera no solo afecta a los ecosistemas circundantes, sino también la salud de las comunidades locales que dependen de estos recursos naturales para su subsistencia. Las comunidades más contaminadas de estas zonas son aquellas familias que diversifican al máximo sus actividades, cultivando, pescando y cazando tanto para el consumo familiar como para la venta (Tschirhart, 2011).

La contaminación del aire y el agua con mercurio representa un grave riesgo para la salud humana a corto y largo plazo. Por más que se ha intentado mitigar los impactos ambientales de la minería aurífera, la restauración de los ecosistemas degradados sigue siendo un desafío importante. La remediación de los sitios mineros abandonados y la restauración de la biodiversidad perdida requieren un compromiso a largo plazo y recursos financieros significativos.

Adicionalmente, la recuperación de los cuerpos de agua contaminados por mercurio puede llevar décadas, si es que alguna vez se logra por completo. Estos desafíos resaltan la necesidad de enfoques integrados y sostenibles para la gestión de los impactos ambientales de la minería aurífera.

Conocer el mecanismo de extracción del oro con el uso de mercurio puede arrojar luz sobre por qué este químico no resulta ser uno de los más efectivos para esta actividad. Con ayuda de los documentos de Poveda (2015) y León (2014) se puede proporcionar una breve explicación de este mecanismo.

El proceso comienza con la extracción de los sedimentos o rocas minerales que contienen el oro. Existen diversas técnicas empleadas para este fin, variando según la región y las características específicas de las vetas auríferas, que van desde el dragado de sedimentos en las llanuras aluviales amazónicas hasta las excavaciones con maquinaria o el socavamiento con agua a presión en el altiplano boliviano (Poveda, 2015).

Posteriormente, se aplica mercurio para liberar el oro durante la etapa de molienda. Este proceso es altamente ineficaz, ya que libera cantidades significativas de mercurio en el medio ambiente. Se estima que se liberan de 4 a 6 partes de mercurio por cada parte de oro. La fase final del proceso implica calentar la amalgama de oro y mercurio para evaporar este último, dejando el mineral en una forma esponjosa que luego se refina en lingotes de oro (León, 2014).

En el contexto de la MAPE, el mercurio se libera al ambiente durante el lavado de la amalgama, generando residuos líquidos contaminantes. Además, el mercurio evaporado durante el proceso de calentamiento se dispersa en la atmósfera y, posteriormente, se precipita disuelto en las gotas de lluvia. Esta práctica es común entre las cooperativas mineras para recuperar el oro fino, pero conlleva la consecuente contaminación de las

aguas de los ríos (Bozo, Erazo y Ohara, 2015). Para 2022, menos del 15% de las cooperativas mineras en Bolivia operaban con la licencia ambiental requerida, lo que agrava aún más la situación (Córdova, 2024).

Bolivia se ha convertido en uno de los principales importadores de mercurio desde 2015, atrayendo la atención mundial por la contaminación resultante y el contrabando del metal hacia países donde su comercialización está prohibida (Córdova, 2024). Asimismo, la explotación de oro en Bolivia está caracterizada por una alta incidencia de actividades ilegales y la vulneración de varios derechos, lo que ha llevado a un cambio en los destinos del oro producido. Actualmente, los principales mercados son India y Emiratos Árabes, donde no se exige ni la debida diligencia ni la trazabilidad del mineral (Zaconeta, 2024).

4. Sitios afectados por la minería aurífera:

Ahora que hemos comprendido el uso del mercurio en la extracción de oro y los problemas que conlleva para el medio ambiente y la salud, es esencial examinar las regiones de Bolivia más impactadas por esta actividad. A continuación, se describen algunos de los principales sitios afectados:

La cuenca del Río Beni ha sido un foco de explotación aurífera. Las características de esta cuenca facilitan el ciclo del mercurio en el medio natural, exponiendo a la población local, que consume peces del río, a un alto riesgo de contaminación. El uso del mercurio en la minería en esta área contribuye significativamente a la contaminación ambiental, afectando tanto la salud humana como los ecosistemas acuáticos (Tschirhart, 2011).

La expansión de la minería en la Amazonia, especialmente en los ríos Beni y Tuichi, ha llevado a un gran número de personas a buscar oro utilizando dragas y mercurio, afectando profundamente a comunidades como la de los Uchupiamonas. Estos pueblos, que dependen del ecoturismo comunitario, ven comprometidas severamente sus oportunidades de subsistencia. (Alipaz, 2024)

Figura 1: *Rurrenabaque (2011 / 2023)*



Fuente: *Google Earth, 2024*

Alipaz (2024), también señala que el aumento de la minería aurífera no solo está ligado a la pobreza de muchas personas, sino también a la presencia de empresas chinas y colombianas que emplean maquinaria pesada y dragas, poniendo en riesgo la vida de diversas etnias, incluyendo a los históricos pueblos Tacana y Leco.

En Cachuela Esperanza, situada a 35 km aguas arriba de la frontera con Brasil, en la ribera del Río Madre de Dios, se llevan a cabo intensas actividades de minería de oro a pequeña escala. Aquí, la población local de 829 habitantes, que opera como buscadores no organizados utilizando técnicas artesanales de amalgamación de oro-mercurio, enfrenta la contaminación y sus efectos adversos (Barbieri y otros, 2009).

Figura 2: *Cachuela Esperanza (2003 / 2022)*



Fuente: *Google Earth, 2024*

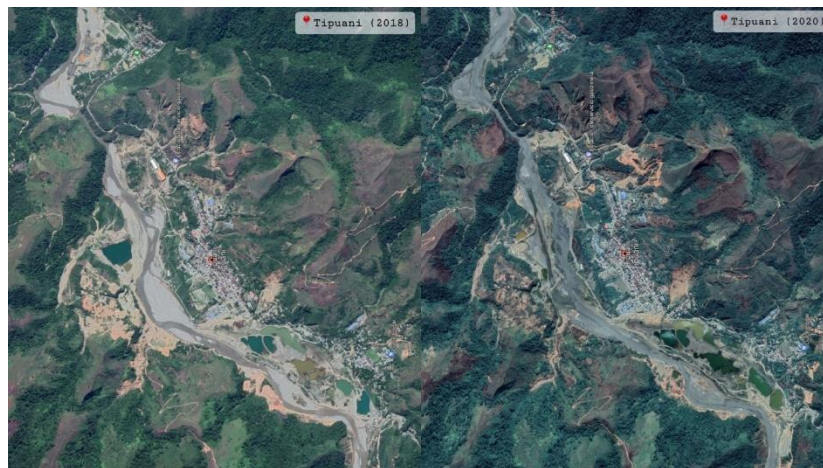
En el extremo norte del país, Pando alberga numerosas pequeñas cooperativas que explotan los aluviones auríferos sin medidas adecuadas de preservación ambiental. Esta falta de control gubernamental sobre los yacimientos auríferos de sus ríos permite la liberación descontrolada de contaminantes. Aquí, los ríos torrentosos, que descienden desde el noreste de la Cordillera de Los Andes, arrastran arenas auríferas, así como otros minerales como estaño, wólfram y sulfuros de zinc y plomo. Aunque hay cierta dilución de contaminantes debido al aporte de nuevas aguas, la contaminación en las partes bajas de los ríos sigue siendo preocupante (Peñaranda, 1996).

La cuenca del Río Pilcomayo, localizada entre aproximadamente 17° y 19° de latitud sur, también sufre una contaminación significativa por metales tóxicos. Este problema se atribuye a la combinación de actividades históricas y actuales, incluyendo la fundición precolonial de minerales de plata, operaciones mineras a pequeña y mediana escala, y el fallo de depósitos de relaves. Estas actividades resultan en la liberación casi instantánea de efluentes contaminados a los sistemas de drenaje adyacentes (Miller y Villarroel, 2019).

La mayor cantidad de oro extraído en Bolivia proviene del departamento de La Paz. Más del 70% de la producción de oro se concentra en las zonas de los Yungas, una región ubicada en la parte baja del departamento, a menos de 1000 metros sobre el nivel del mar. En estas áreas, los ríos caudalosos transportan el oro desde la cordillera, facilitando su extracción. (Córdova, 2024)

En los ríos Tipuani, Mapiri, y Kaka en Bolivia, más de 200 cooperativas mineras utilizan entre 250 y 500 kg de mercurio anualmente desde el inicio de la fiebre del oro. Se estima que entre el 50% y el 70% de este mercurio es liberado al medio ambiente, ya sea como emisiones atmosféricas, contaminación de aguas fluviales o deposición en suelos locales. Este proceso ha liberado aproximadamente 330 toneladas de mercurio al medio ambiente entre 1952 y 2002, causando efectos duraderos en los ecosistemas y la salud de las comunidades (Miller y Villarroel, 2019).

Figura 3: *Tipuani (2018 / 2020)*



Fuente: *Google Earth, 2024*

Figura 7: *Mapiri (2003 / 2022)*



Fuente: *Google Earth, 2024*

Figura 9: *Guanay (2005 / 2020)*



Fuente: *Google Earth, 2024*

Las comunidades locales cercanas a estos sitios mineros enfrentan serios problemas de salud por la contaminación de metales pesados, como el mercurio, el aire y el agua. Además, la degradación de sus medios de vida tradicionales, como la pesca y la agricultura, agrava su situación. La falta de consulta y participación en las decisiones relacionadas con la minería a menudo socava sus derechos humanos y territoriales, exacerbando la marginalización y vulnerabilidad de estas comunidades.

5. Marco regulatorio y gubernamental:

La lucha contra los impactos negativos de la minería aurífera requiere la colaboración y el apoyo de la comunidad internacional. Los programas de cooperación y asistencia técnica pueden ayudar a fortalecer la capacidad de los gobiernos y las organizaciones locales para regular y monitorear la actividad minera, así como para promover prácticas más sostenibles y responsables. Asimismo, la financiación internacional puede ser crucial para apoyar iniciativas de restauración ambiental y desarrollo alternativo en las comunidades afectadas por la minería.

Sin embargo, los efectos negativos de una mala práctica minera y la debilidad gubernamental para controlar y regular la minería aurífera nos llevan a escenarios en los que las técnicas y métodos menos dañinos para la salud y el medio ambiente se dejan de lado, absorbiendo así malos procedimientos de extracción de minerales como el oro. De este modo, distintos sectores del país pueden pasar de ser eficientes y con un pensamiento verde a convertirse en yacimientos riesgosos para el medio ambiente y la salud de la población.

Para 2022, Menos del 15% de las cooperativas mineras en Bolivia operan con la licencia ambiental requerida. La legislación establece restricciones sobre dónde se puede realizar minería, prohibiendo estas actividades en cabeceras de cuencas, cerca de cementerios, poblaciones, aeropuertos y vías férreas. No obstante, existen solicitudes de cooperativas

para operar en áreas protegidas y cerca de comunidades, lo cual plantea serias preocupaciones ambientales y sociales. La ley minera, elaborada principalmente por actores del sector minero, no contempla adecuadamente los derechos de las comunidades y pueblos originarios, permitiendo actividades mineras en áreas protegidas bajo condiciones insuficientemente reguladas. Se debe garantizar que cualquier operación minera respete la biodiversidad y la integridad de las áreas protegidas, prohibiendo el uso de maquinaria pesada y mercurio en estas zonas (Córdova, 2024).

El Convenio de Minamata, al cual está suscrito Bolivia desde 2013, establece la obligación de todos los países que son parte de eliminar gradualmente el uso del mercurio y, para los países con actividad minera, establecer un Plan Nacional de Acción. Este plan es una estrategia que los gobiernos deben implementar para controlar y reducir el uso, el comercio y los desechos de mercurio (Mongabay, 2022). Aun así, en Bolivia todavía es legal su uso y comercialización. Esto provoca que el mercurio presente en Bolivia no solo afecte al mismo país, sino que también sea adquirido ilegalmente por países vecinos donde su compra está prohibida (Bel i Roset, 2022).

Bolivia no tiene una regulación específica y efectiva para controlar adecuadamente la importación, comercialización y uso de mercurio, además del tráfico ilícito de mercurio desde Bolivia a otros países, convirtiéndose en uno de los mayores importadores del mundo. Esta situación no solo incumple el Convenio de Minamata sobre mercurio, sino que también presenta información contradictoria sobre el aumento de la cantidad de minería aurífera en el país (El Diario, 2021).

Es importante mencionar que existe una normativa desde 1997 para regular el uso del mercurio, así como el Título VI del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras, que en su disposición más relevante permite el uso del mercurio, pero de manera precavida. Además, el artículo 17 del Reglamento de Actividades con Sustancias Peligrosas enfatiza que se requiere una licencia para importar y/o exportar sustancias como el mercurio.

Pese a la formulación de normas para aprovechar los recursos naturales y el cuidado ambiental en Bolivia, se requiere perfeccionar un proceso para garantizar su cumplimiento y adecuarlas a los cambios experimentados en el país desde la vigencia de las leyes de Participación Popular y Descentralización Administrativa (MDSP, 2002).

En la última década, las políticas gubernamentales implementadas en apoyo del sector cooperativista minero, particularmente el aurífero, han alentado la ampliación e intensificación de la minería en lugar de prevenir, evitar y mitigar sus impactos. La política del Estado boliviano en general no garantiza el respeto a las áreas protegidas y zonas de la Amazonía, privilegiando los intereses de cooperativistas auríferos sobre la conservación ambiental y los derechos de las comunidades locales (CEDIB, 2020).

Según Alfredo Zaconeta (2024), la expansión de la minería aurífera en la Amazonía sigue un modelo cooperativista marcado por la precariedad y la presencia ilegal de capital

externo. Esta situación evidencia una debilidad institucional y una escasa presencia estatal, lo que conlleva al aumento de la minería ilegal y la vulneración de la normativa vigente, también argumenta que es necesario que el Estado defina una legislación específica (ambiental, social y tributaria) que regule la explotación del oro y el rol de sus operadores.

Por otro lado, es importante respetar y hacer cumplir la Constitución Política del Estado, específicamente los artículos 385, 373-376 que protegen las áreas y cuencas hidrográficas. Además, el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) debe cumplir con su función de proteger las áreas protegidas y que no se debe permitir que un solo sector acapare todas las tierras fiscales, forestales y áreas protegidas. (Alipaz, 2024)

Alipaz (2024) también hace hincapié en la necesidad de promover la economía plural de los pueblos indígenas y evitar la criminalización de la defensa de los territorios indígenas. Asimismo, resalta que se debe respetar el derecho al territorio reconocido en el Artículo 2 de la Constitución y garantizar la seguridad jurídica para todos, incluyendo los Pueblos Indígenas, las Áreas Protegidas y la Madre Tierra.

Para abordar efectivamente estos desafíos, es esencial implementar un marco regulatorio más sólido y efectivo que garantice el cumplimiento de las normativas ambientales y promueva prácticas mineras responsables. Es necesario mejorar la vigilancia y control de las actividades mineras, fortalecer la capacidad institucional para la gestión ambiental y asegurar la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones. Esto permitirá no solo mitigar los impactos negativos de la minería aurífera, sino también promover un desarrollo sostenible y equitativo en las regiones afectadas.

6. *Extractivismo en Bolivia y América Latina*

El extractivismo en Bolivia y América Latina ha tenido profundas implicaciones económicas, sociales y ambientales. En Bolivia, la explotación de recursos minerales ha sido una constante histórica desde la era colonial. Miller y Villarroel (2019) destacan que la minería en Bolivia comenzó con la apertura de la primera mina de plata española en Oruro, pero fue la rica mina de Cerro Rico, iniciada en 1545, la que dominó la industria minera durante los siglos XVI y XVII. La ciudad de Potosí, cercana a Cerro Rico, rápidamente se convirtió en la más grande de Sudamérica y, para 1650, una de las más grandes del mundo. Inicialmente, se extrajo plata nativa de Cerro Rico utilizando diversos métodos metalúrgicos, pero a partir de la década de 1570, se comenzó a extraer plata de menas de menor calidad mediante un proceso de amalgama con mercurio

La minería en Bolivia ha dejado una herencia de contaminación ambiental significativa. Un legado desafortunado de la minería ha sido la contaminación generalizada de ríos con metales traza tóxicos y metaloides, tales como antimonio, arsénico, cadmio, plomo, mercurio y zinc. Los riesgos potenciales que estas sustancias plantean para la salud de los ecosistemas y los humanos apenas comienzan a ser documentados y comprendidos. (Miller y Villarroel, 2019)

La cuenca del río Pilcomayo, ubicada en el sur de Bolivia, ha sido extensamente contaminada por metales traza tóxicos, atribuido a la fundición de minerales de plata andinos precoloniales, operaciones mineras históricas, la minería a pequeña y mediana escala actual, el drenaje ácido de minas, y el fracaso de los estanques de relaves, lo que resulta en la liberación casi instantánea de efluentes contaminados y partículas a los drenajes adyacentes. (Swan, 2015)

La minería en Bolivia ha tenido tanto logros como desafíos. Swan (2015) resalta que Bolivia alberga algunas de las minas más grandes del mundo, como la notoria mina de Potosí conocida como la "Montaña que Come Hombres". Entre 2009 y 2013, las exportaciones de minerales constituyeron en promedio el 68,7% de las exportaciones de Bolivia, con la mayoría de sus exportaciones minerales dirigiéndose a países cercanos como Brasil y Argentina. A pesar de la importancia económica, la operación de estas minas principalmente por compañías extranjeras y la dependencia del gobierno en los beneficios financieros de estas empresas sugieren un menor interés en el bienestar ambiental por parte de los operadores de la mina.

En el contexto amazónico, los suelos han retenido naturalmente grandes cantidades de mercurio a lo largo del tiempo, lo que se suma a la movilización de este metal debido a la erosión de suelos deforestados tras la colonización humana, constituyendo una importante fuente de contaminación. En algunas regiones, como en la minería de oro, el uso de mercurio agrava la situación de contaminación, contribuyendo a la generación de metilmercurio, el compuesto de mercurio más tóxico, en los ambientes acuáticos amazónicos. Este metilmercurio se acumula y magnifica en las cadenas tróficas, exponiendo principalmente a las poblaciones dependientes del pescado como principal fuente de proteína. (Barbieri y otros, 2009)

Cooke y otros (2010) documentan que Cerro Rico de Potosí fue explotado por primera vez por metalúrgicos preincaicos hace un milenio, con la fundición de minerales argentíferos realizada en hornos artesanales de tiro natural llamados huyaras. Potosí se convirtió en el mayor consumidor de mercurio a nivel mundial en 1574 con la adopción de la amalgama de mercurio, una distinción que mantuvo durante los siguientes 300 años. La contaminación temprana por mercurio resultó tanto de la extracción de cinabrio como del uso de mercurio en la amalgamación, y la fundición de plata precolonial fue potencialmente una fuente importante de contaminación por Hg en los Andes.

Bolivia, uno de los países más pobres con una historia minera prolongada, se ha actuado con cautela en torno a sus depósitos de litio, considerados entre los más grandes del mundo, a pesar del creciente valor del metal para la fabricación de baterías. La herencia minera ha inspirado nuevos discursos sobre el significado de la modernidad y la vida en relación con la naturaleza, incluida la idea de que el "buen vivir" no necesita implicar un consumo interminable. El extractivismo ha generado conciencia crítica social y pensamiento ambiental en América Latina, con campañas como "Amazonia sin petróleo". La visión de la extracción ha recorrido un largo camino desde la creencia de que la minería significaba progreso y desarrollo. (Santiago, 2013)

7. Conclusiones y Recomendaciones:

Tras un análisis exhaustivo, se concluye que la minería de oro en Bolivia tiene efectos ambientales y sociales negativos, principalmente por el uso extendido y mal regulado del mercurio en el proceso de amalgamación. Este metal, utilizado para separar el oro, contamina de manera significativa los ecosistemas acuáticos y terrestres, poniendo en riesgo la salud humana y la biodiversidad.

La ausencia de políticas y regulaciones robustas para controlar el uso del mercurio en la minería aurífera es un problema crítico. A pesar de la existencia de normativas, su implementación es deficiente. La falta de control en la importación y comercialización de mercurio facilita su uso indiscriminado y su tráfico ilegal a países vecinos, exacerbando los problemas ambientales y sanitarios más allá de las fronteras de Bolivia. Esto refleja una debilidad estructural en la aplicación de las leyes existentes y una falta de seriedad en la gestión del sector minero.

La tradición extractivista en Bolivia, marcada por la explotación de recursos naturales sin consideración adecuada por el entorno, perpetúa un modelo de desarrollo insostenible. La minería de oro, en particular, ha llevado a la contaminación por mercurio en grandes áreas, afectando suelos y cuerpos de agua. Barbieri y otros (2009) subrayan que los suelos amazónicos han acumulado mercurio a lo largo del tiempo, y la erosión de suelos deforestados agrava su dispersión, especialmente en la minería aurífera. Cooke y otros (2010) también resaltan cómo la explotación histórica del Cerro Rico de Potosí contribuyó a niveles alarmantes de mercurio, y estos patrones se replican en otras operaciones mineras actuales.

La eliminación gradual del uso del mercurio en la minería aurífera es una opción viable, aunque puede requerir una inversión económica mayor y un mayor grado de organización y conocimientos técnicos especializados. Existen diversas alternativas eficaces y económicas. Los métodos de concentración por gravedad, como el uso de cajas concentradoras alfombradas, métodos magnéticos y centrífugas, tienen un gran potencial para reducir o incluso eliminar el uso del mercurio. Estos métodos permiten capturar más partículas finas de oro, reduciendo la cantidad de mercurio necesario. (PNUMA, 2008)

El uso de bórax es otra alternativa prometedora. Países como Mongolia y Filipinas han implementado esta técnica como una solución eficaz y segura al mercurio. El bórax actúa como un fundente que separa el oro de los minerales sin los peligros asociados con el mercurio, ofreciendo una opción menos tóxica y más sostenible para los mineros artesanales. (Telmer y Stapper, 2012)

Los gobiernos y trabajadores de la salud tienen un papel crucial en la mitigación del uso del mercurio en la minería aurífera. Deben facilitar la integración de los mineros artesanales en el sector formal de la economía y capacitarlos en ordenación ambiental, incluyendo la educación sobre los peligros del mercurio y las alternativas disponibles. Además, subsidiar la adquisición de equipos que reduzcan la liberación de mercurio

puede tener beneficios adicionales, como la disminución de los costos de atención de la salud y la reducción del impacto ambiental.

Es vital fortalecer los mecanismos de monitoreo y seguimiento del impacto ambiental y socioeconómico de la minería aurífera. La evaluación continua y la transparencia en los datos son esenciales para entender y mitigar los efectos adversos.

No obstante, A pesar de los beneficios de las prácticas más seguras, existen varios obstáculos para su adopción. La minería del oro artesanal es una fuente importante de ingresos en muchas regiones rurales con pocas alternativas económicas, especialmente cuando el precio del oro es alto. El fácil acceso y bajo costo del mercurio dificultan la transición a métodos alternativos. Convencer a los mineros de usar menos mercurio por razones ambientales o de salud es un desafío, ya que las iniciativas exitosas suelen ser aquellas que demuestran beneficios económicos directos a los mineros.

Es fundamental que las comunidades locales participen en la toma de decisiones para asegurar que las medidas adoptadas reflejen sus necesidades y preocupaciones. Asimismo, es aún más efectivo que el mensaje sobre prácticas seguras provenga de líderes comunitarios convencidos de sus ventajas. Esto no solo garantiza una mayor aceptación y compromiso, sino que también empodera a las comunidades para proteger su salud y su medio ambiente.

8. Bibliografía:

Aliaga, J. (2022). La “fiebre del oro”, el mercurio y la violencia entran al parque Madidi de Bolivia. Denuncia de Ruth Alipaz a France 24.

Alipaz, R. (2024). Derechos de los pueblos indígenas frente a la minería del oro. Charla magistral “Minería del oro en Bolivia: situación y perspectivas”. Cátedra Libre Marcelo Quiroga Santa Cruz.

Banco Mundial (2013). Gestión Ambiental en Bolivia

Barbieri, F. L., Cournil, A., & Gardon, J. (2008). Mercury exposure in a high fish eating Bolivian Amazonian population with intense small-scale gold-mining activities. *International Journal of Environmental Health Research*, 18(4), 269-274.

Bozo, Y., Erazo, B., Ohara, N. Análisis Comparativo de Dos Diferentes Técnicas de Extracción de Oro y sus Posibilidades de Aplicación en Placeres del Altiplano Boliviano.

CEDIB, Pueblo y Soberanía, (2020). La destrucción de nuestros ríos y bosques. El caso de la minería aluvial de oro en Bolivia.

Cooke, C.A., Abbott, M.B., & Wolfe, A.P. (2010). Pre-Colombian Mercury Pollution Associated with the Smelting of Argentiferous Ores in the Bolivian Andes. *Ambio*, 40(1), 18-25.

Córdova, H. (2024). De yacimientos marginales a apropiarse de la riqueza de todos. Charla magistral “Minería del oro en Bolivia: situación y perspectivas”. Cátedra Libre Marcelo Quiroga Santa Cruz.

Guillen, Bel i Roset. (2022). Afecciones ambientales producidas por la minería artesanal de oro de Bolivia (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Miller, J.R., Hudson-Edwards, K.A., Lechler, P.J., Preston, D., Macklin, M.G. (2004). Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Río Pilcomayo basin, Bolivia. *Science of the Total Environment*, 320, 189–209.

Peñaranda Subieta, J. (1996). Indicadores de contaminación (No. 02/96). Documento de Trabajo. Instituto de Investigaciones Socio Económicas.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2008). El uso del mercurio en la minería del oro artesanal y en pequeña escala.

Santiago, M. (2013). *Extracting Histories: Mining, Workers, and Environment*. Rachel Carson Center for Environment and Society.

Sierra, Y. (2024). El impacto de las cooperativas auríferas en Bolivia, entrevista a Héctor Córdoba. Mongabay Latam.

Swan. (2015). A Comparison of Policies, in Nevada, United States and Potosi, Bolivia, Regarding Environmental Stewardship and Mercury Emissions.

Telmer, K., & Stapper, D. (2012). Reducing mercury use in artisanal and small-scale gold mining: A practical guide. United Nations Environment Programme.

Tschirhart, C. (2011). La contaminación humana por mercurio: un sistema de determinantes socioespaciales a orillas del río Beni (Amazonía boliviana). Bulletin de l'Institut français d'études andines, (40 (3)), 561-589.

Zaconeta, A. (2024). Cooperativismo minero: reflexiones de un modelo en expansión. Charla magistral “Minería del oro en Bolivia: situación y perspectivas”. Cátedra Libre Marcelo Quiroga Santa Cruz.