

*Artículo científico*

## Evaluación del Impacto de la Actividad Minera en los Recursos Hídricos Andinos y Formulación de Estrategias para una Gestión Ambiental Sostenible

Assessment of the Impact of Mining Activity on Andean Water Resources and the Formulation of Strategies for Sustainable Management

-  **Susan Karina Montes Bujaico**  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Elyane Estefany Belito Huamani**  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Misael Montes Bujaico**  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Cruz Ventura Deyvid**  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Wilson Manuel Montañez Artica**  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Jonatan Quispe Taipe**  
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

**Aceptado:** Julio de 2024  
**Recibido:** Diciembre de 2024

Julio - Diciembre  
Vol. 3 Núm. 2 – 2024  
<https://doi.org/10.56275/fitovida.v3i2.39>

### RESUMEN

La minería en la región andina de Sudamérica genera impactos ambientales significativos, especialmente sobre los recursos hídricos, afectando su calidad como su disponibilidad, las actividades mineras, tanto industriales como artesanales, liberan metales pesados, acidifican cuerpos de agua y alteran los ecosistemas, lo que constituye una grave amenaza para la salud pública y el ambiente. Esta investigación tiene como objetivo analizar los efectos de la minería sobre los recursos hídricos en los Andes a través de una revisión de literatura científica, para ello, se examinaron diversos estudios y reportes de impacto ambiental relacionados con la minería en la región. Los resultados indican que alrededor del 70% de las fuentes de agua superficial en áreas mineras exceden los límites permitidos de contaminación por metales pesados, como arsénico y mercurio, mientras que la minería las Bambas consume aproximadamente 6,000 de metros cúbicos de este recurso diariamente, mostrando daños extensivos, como la reducción de hasta un 50% en la diversidad de macroinvertebrados en ríos contaminados. En respuesta, se proponen estrategias de mitigación como el reciclaje de agua, el uso de tecnologías de tratamiento pasivo, la restauración de microcuencas y la participación comunitaria en la gestión hídrica. Además, se plantea fortalecer la normativa ambiental alineándola con estándares internacionales. Se concluye que la minería en los Andes afecta gravemente la calidad del agua, por lo que es urgente implementar un enfoque sostenible que equilibre el desarrollo económico con la conservación de los recursos hídricos.

**Palabras clave:** Minería, recursos hídricos, andes de Sudamérica, contaminación.

Mining in the Andean region of South America has significant environmental impacts, especially on water resources, affecting both their quality and availability. Mining activities, both industrial and artisanal, release heavy metals, acidify water bodies, and alter ecosystems, posing a serious threat to public health and the environment. This research aims to analyze the effects of mining on water resources in the Andes through a review of scientific literature. To this end, various studies and environmental impact reports related to mining in the region were examined. The results indicate that around 70% of surface water sources in mining areas exceed the permitted limits for heavy metal contamination, such as arsenic and mercury, while Las Bambas mining consumes approximately 6,000 cubic meters of this resource daily, causing extensive damage, such as a reduction of up to 50% in the diversity of macroinvertebrates in contaminated rivers. In response, mitigation strategies such as water recycling, the use of passive treatment technologies, micro-watershed restoration, and community participation in water management are proposed. In addition, it is proposed to strengthen environmental regulations by aligning them with international standards. It is concluded that mining in the Andes seriously affects water quality, making it urgent to implement a sustainable approach that balances economic development with the conservation of water resources.

**Keywords:** Mining, water resources, South American Andes, pollution.

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, el sector minero en Perú ha sido un componente esencial de la economía nacional, especialmente en la región andina, donde se encuentran importantes yacimientos de minerales como cobre, oro y plata. Sin embargo, la minería en Perú también ha generado considerables impactos adversos sobre el medio ambiente, en particular sobre los recursos hídricos. La minería industrial y artesanal causa diversos efectos en las fuentes de agua cercanas, como la contaminación por metales pesados, el drenaje ácido de las minas y la sedimentación. Esto pone en peligro la calidad del agua y amenaza los ecosistemas acuáticos y las comunidades humanas que dependen de estos recursos (Camarena & Ramírez, 2021).

El uso del mercurio en la minería artesanal, especialmente en la extracción de oro, ha sido identificado como uno de los principales factores de contaminación en varias cuencas hidrográficas del país. Según investigaciones realizadas en la región del Madre de Dios, los niveles de mercurio en los ríos locales superan los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que pone en peligro la salud pública y la biodiversidad acuática (Colonio & Sánchez, 2021). Además, el drenaje ácido de minas, un fenómeno relacionado con la oxidación de minerales sulfurados ha provocado la acidificación de los ríos, afectando la flora y fauna acuática, además de dificultar el acceso a agua potable para las poblaciones cercanas (Ramírez et al., 2019).

Otro factor que ha contribuido a la degradación de la calidad del agua es la deforestación vinculada a las actividades mineras, especialmente en la Amazonía peruana. La remoción de grandes áreas de bosque para la construcción de campamentos mineros y el establecimiento de caminos ha alterado el ciclo hidrológico natural, incrementando la sedimentación en los ríos y afectando su capacidad de filtración (Colonio & Sánchez, 2021). Esta alteración del hábitat acuático tiene repercusiones directas sobre la biodiversidad local, especialmente en zonas como el río Amazonas y sus afluentes, donde se observa una disminución en la población de especies acuáticas (Pretell & Tafur, 2019).

A pesar de los esfuerzos por mejorar la regulación y gestión de los recursos hídricos, la falta de fiscalización efectiva y la presencia de minería ilegal en regiones remotas continúan siendo desafíos significativos. Las políticas públicas para la protección de los recursos hídricos en Perú deben considerar no solo la fiscalización más estricta de las actividades mineras, sino también la promoción de prácticas mineras más sostenibles y tecnologías de limpieza que mitiguen los impactos ambientales (Camarena & Ramírez, 2021).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar los impactos de la actividad minera sobre los recursos hídricos andinos y proponer estrategias orientadas a una gestión hídrica integrada y sostenible, a partir del análisis crítico de información científica actualizada y experiencias de gestión en regiones afectadas por la minería.

## II. MINERÍA EN LOS ANDES DE SUDAMÉRICA

La minería en los Andes de Sudamérica, especialmente en Perú, ha desempeñado un papel clave en la economía desde el período colonial, cuando los conquistadores españoles explotaron minas como Potosí y otras en la región andina (Quispe, 2022). En la actualidad, Perú es uno de los principales productores de minerales a nivel mundial, destacándose por su producción de cobre, oro, plata, zinc y estaño. Según el Ministerio de Energía y Minas, los minerales representaron más del 60% de las exportaciones totales del país, con ingresos significativos provenientes de mercados como China y Estados Unidos (MINEM, 2023).

La minería peruana tiene como epicentro las regiones andinas. En el sur, Arequipa, Moquegua, Cusco y Apurímac albergan proyectos de gran escala como Las Bambas y Quellaveco, que destacan en la extracción de cobre. En el norte, Cajamarca es conocida por Yanacocha, una de las minas de oro más grandes del mundo. En el centro del país, Áncash y Pasco concentran la extracción de zinc y plata. Durante 2022, Perú se consolidó como el segundo mayor productor de cobre y plata a nivel mundial y el sexto en la producción de oro (Pretell & Tafur, 2019).

No obstante, la minería también genera desafíos ambientales y sociales. Entre los principales impactos ambientales se encuentra la contaminación de fuentes de agua debido al uso

de sustancias químicas como cianuro y mercurio, así como la degradación de suelos y la deforestación en zonas de extracción. Socialmente, la actividad minera ha generado conflictos con comunidades locales por el uso de tierras y recursos, como se supervisa en los casos de Conga y Tía María en 2019, donde las protestas comunitarias llevaron a la suspensión temporal de los proyectos (Quispe, 2022).

En los últimos años, el gobierno peruano ha buscado mitigar estos impactos mediante políticas de regulación y promoción

de prácticas sostenibles. A través del Ministerio de Energía y Minas y la Ley General de Minería, se han implementado medidas para exigir estudios de impacto ambiental y fomentar la responsabilidad social empresarial. Sin embargo, la minería informal sigue siendo un reto importante, especialmente en regiones como Madre de Dios, donde la extracción ilegal de oro causa graves daños ambientales (Colonio & Sánchez, 2021).

Tabla 1

Contribución del Sector Minero a las Exportaciones Totales del Perú en 2022

| Mineral | Producción (toneladas métricas) | Participación en exportaciones (%) | Principales destinos  |
|---------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Cobre   | 2,438,631                       | 32.10%                             | China, Japón, Corea   |
| Oro     | 96.6 toneladas                  | 15.40%                             | Suiza, India, EE. UU. |
| Plata   | 3,028 toneladas                 | 7.20%                              | Canadá, China         |
| Zinc    | 1,345,187                       | 6.30%                              | Corea, España         |
| Estaño  | 24,681                          | 1.10%                              | Países Bajos, Brasil  |
| Total,  | ----                            | 61.90%                             | ----                  |

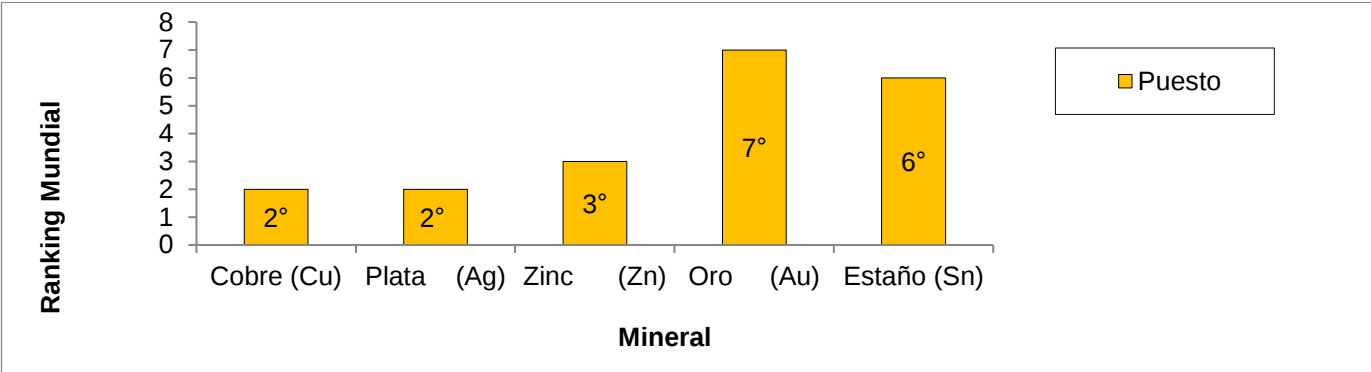
Fuente: Elaboración propia con base en datos del MINEM, Anuario Minero 2023.

La Tabla 1 evidencia que en 2022 la minería representó el 61.9 % de las exportaciones totales del Perú, con el cobre como principal producto (32.1 %), seguido del oro (15.4 %), plata (7.2 %) y zinc (6.3 %). Los principales destinos fueron China,

Suiza, EE. UU. y Japón, lo que resalta la dependencia económica del país respecto a la demanda internacional de minerales.

Gráfico 1

Posición del Perú en la Producción Mundial de Minerales



Fuente: Elaboración propia con base en datos del United States Geological Survey 2023 y el MINEM 2023.

El Gráfico 1 muestra la posición destacada del Perú en la producción mundial de minerales. El país ocupa los primeros lugares en la extracción de cobre, plata y zinc, consolidándose como uno de los mayores productores a nivel global. Esta relevancia internacional refleja no solo el peso económico del sector minero peruano, sino también su fuerte impacto sobre el territorio y los recursos naturales, en especial los hídricos.

Efectos de la minería sobre la calidad del agua en los ecosistemas andinos

La actividad minera en los ecosistemas andinos de Perú genera diversos efectos adversos en la calidad del agua, impactando significativamente tanto a los cuerpos de agua superficiales

como subterráneos (Núñez, 2020). Uno de los principales problemas es el drenaje ácido de minas (DAM), que ocurre cuando los minerales sulfurados presentes en los depósitos mineros se exponen al aire y al agua, generando una solución altamente ácida que disuelve metales pesados como plomo, cobre, arsénico y mercurio, los cuales contaminan las cuencas hidrográficas. Este fenómeno no solo afecta la calidad del agua, sino que también altera el pH de los ríos y reduce la biodiversidad acuática al crear condiciones inadecuadas para la vida (Ramírez et al., 2019).

En diversas regiones andinas del Perú, la actividad minera ha generado impactos diferenciados sobre los recursos hídricos. En Cajamarca, la mina Yanacocha presenta problemas críticos

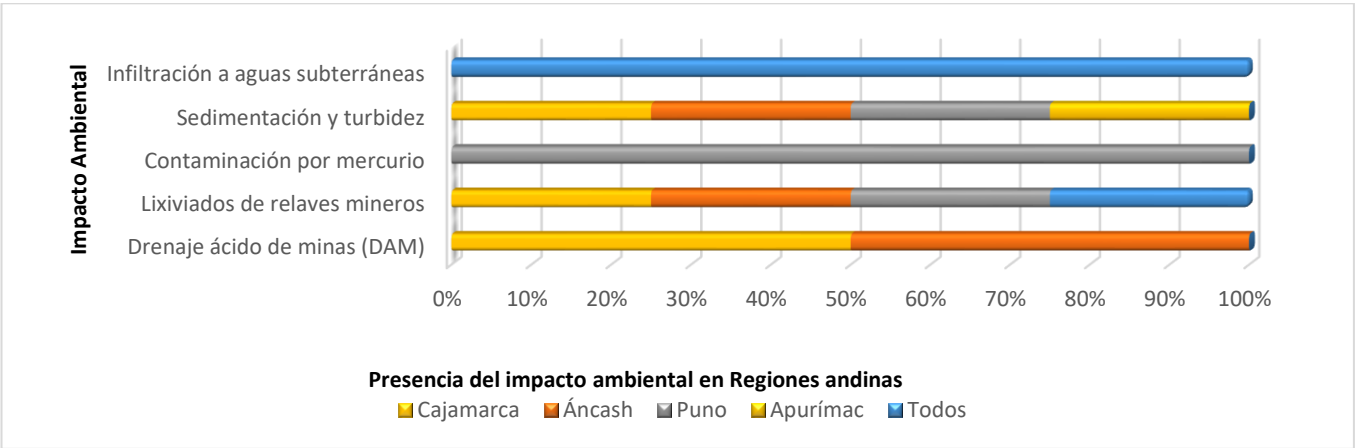
de drenaje ácido de minas (DAM), producto de la oxidación de minerales sulfurados, lo que ha ocasionado la acidificación del agua y la presencia de metales tóxicos como arsénico y plomo en la cuenca del río Grande, afectando su uso para consumo y riego (Núñez, 2020). En Áncash, el proyecto Antamina ha generado contaminación por lixiviados de relaves que deterioran la calidad del agua en la cuenca del río Santa, recurso esencial para las comunidades y la agricultura (Núñez, 2020). En Puno, la minería artesanal de oro en la cuenca del río Ramis ha incrementado la contaminación por mercurio, afectando los ecosistemas acuáticos y la salud de la población expuesta (Núñez, 2020). Finalmente, en Apurímac, la

actividad minera vinculada al proyecto Las Bambas ha incrementado la sedimentación y turbidez de los ríos, afectando la disponibilidad y calidad del agua en la cuenca del río Santo Tomás, además de alterar hábitats acuáticos por la remoción de suelos y deforestación (Pretell & Tafur, 2019).

Otro problema significativo es la infiltración de lixiviados de los depósitos de relaves mineros, que contienen compuestos tóxicos usados en el procesamiento de minerales. Estos contaminantes se filtran hacia las aguas subterráneas, afectando su calidad y dificultando su uso para consumo humano o agrícola (Ramírez et al., 2019).

Gráfico 2

Principales Impactos de la Actividad Minera sobre los Recursos Hídricos en Regiones Andinas del Perú



Fuente: Elaboración propia con base en Núñez (2020), Ramírez et al. (2019), Pretell & Tafur (2019) y datos del MINEM (2023).

El Gráfico 2 muestra los principales impactos de la actividad minera sobre los recursos hídricos en regiones andinas del Perú, destacando la presencia recurrente de contaminación por metales pesados, drenaje ácido de minas, sedimentación de cuerpos de agua y alteración del caudal hídrico. Estos efectos

se manifiestan con mayor intensidad en zonas con actividad minera intensiva, como Cajamarca, Áncash, Apurímac y Puno, evidenciando un patrón de deterioro ambiental que afecta tanto la calidad como la disponibilidad del agua para uso humano, agrícola y ecosistémico.

Tabla 2

Impacto de la Minería en los Recursos Hídricos de los Andes Peruanos

| Región      | Mina/Tipo de Minería | Mineral Exportado | Cantidad Exportada (2023)   | Daños al Recurso Hídrico                                                                                                                                                                                                      |
|-------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cajamarca   | Yanacocha            | Oro               | 35 toneladas                | Drenaje ácido de minas (DAM), contaminación por arsénico y plomo, alteración del pH de ríos, pérdida de biodiversidad. Lixiviados de relaves mineros contaminan aguas subterráneas y ríos, afectando la cuenca del río Santa. |
| Áncash      | Antamina             | Cobre             | 450,000 toneladas           |                                                                                                                                                                                                                               |
|             |                      | Zinc              | 300,000 toneladas           | Alteración de ecosistemas acuáticos por lixiviados tóxicos y químicos utilizados en el procesamiento de minerales.                                                                                                            |
| Puno        | Minería artesanal    | Oro               | No cuantificado (artesanal) | Contaminación por mercurio liberado durante la amalgamación, acumulación en la cadena alimentaria, daño a la salud humana.                                                                                                    |
| Apurímac    | Las Bambas           | Cobre             | 390,000 toneladas           | Sedimentación de ríos por remoción de suelo, turbidez, pérdida de hábitats acuáticos, alteración de ciclos hidrológicos.                                                                                                      |
| Áncash      | Pierina              | Oro               | 8 toneladas                 | Contaminación por drenaje ácido, infiltración de lixiviados, alteración del pH y pérdida de biodiversidad en la cuenca.                                                                                                       |
| La Libertad | Lagunas Norte        | Oro               | 18 toneladas                | Generación de aguas ácidas, lixiviados contaminantes y reducción de la calidad del agua subterránea en la región.                                                                                                             |

|       |            |           |                   |                                                                                                                                                                                        |
|-------|------------|-----------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cusco | Constancia | Cobre     | 140,000 toneladas | Aumento de sedimentación en ríos, afectación de la disponibilidad de agua limpia para comunidades agrícolas. Contaminación por relaves que afectan aguas superficiales y subterráneas. |
|       |            | Molibdeno | 8,000 toneladas   |                                                                                                                                                                                        |

Fuente: Elaboración propia con base en Robles et al. (2019) y boletines del MINEM (2023).

La tabla 2, muestra el impacto de la minería en los recursos hídricos de los Andes peruanos, destacando las regiones afectadas, los minerales extraídos y las consecuencias ambientales. Por ejemplo, en Cajamarca, la mina Yanacocha exporta 35 toneladas de oro anuales, pero genera drenaje ácido de minas (DAM), contaminando el agua con arsénico y plomo y afectando a 15,000 personas. En Áncash, Antamina exporta 750.000 toneladas de cobre y zinc, pero los lixiviados de relaves alteran el pH del río Santa y afectan a 20.000 habitantes, dificultando el riego y el consumo. Asimismo, regiones como Puno y Apurímac enfrentan problemas específicos. La minería artesanal de oro en Puno contamina con mercurio, impactando ecosistemas y salud humana, mientras que, en Apurímac, Las Bambas genera sedimentación de ríos y pérdida de hábitats, afectando a 25.000 personas. Estos datos evidencian cómo la actividad minera, aunque económicamente significativa, genera daños críticos a los

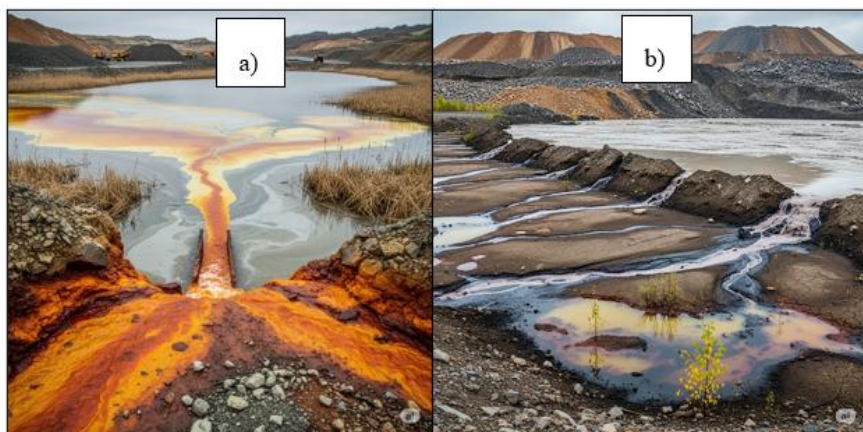
recursos hídricos, poniendo en riesgo la biodiversidad, el acceso al agua limpia y los medios de vida de las comunidades.

### Fuentes de contaminación en actividades mineras

Una de las fuentes de contaminación más frecuentes en la contaminación por minería, es el drenaje ácido que ocurre cuando los minerales sulfurosos (pirita) se ponen en contacto con agua y oxígeno provocando la formación de ácido sulfúrico que se dirige a cuerpos de agua y puede afectar gravemente los ecosistemas acuáticos (Martínez et al., 2020). También, los desperdicios que se obtienen por las operaciones mineras, como relaves y escombreras, son una fuente importante de contaminación. De hecho, con frecuencia los materiales que estas contienen incluyen metales pesados y sustancias muy tóxicas que pueden infiltrarse a través del suelo y las aguas subterráneas, en particular los relaves pueden contener elementos muy tóxicos como el cianuro (Oca, 2010).

### Gráfico 3

Impactos ambientales en la actividad minera



Fuente: a) Drenaje ácido de mina, ilustrando la formación de ácido sulfúrico y su impacto en cuerpos de agua (Martínez et al., 2020), b) Contaminación por relaves y escombreras, mostrando la infiltración de metales pesados y sustancias tóxicas (Oca, 2010).

Por otro lado, las operaciones mineras generan la emisión de partículas finas a la atmósfera producidas por voladuras, excavaciones y traslados del material, estas partículas pueden incluir metales pesados y otras sustancias contaminantes que degradan la atmósfera y la salud de las comunidades. La minería en particular, la minería a cielo abierto lleva a cabo una modificación del paisaje por la destrucción de la vegetación, excavaciones intensivas y la generación de grandes cavidades que impactan la biodiversidad y los aspectos visuales del paisaje cercanas (Robles et al., 2019).

Asimismo, los productos químicos que se utilizan en los procesos de la minería como los reactivos de flotación y los solventes tienden a ir a parar a los cuerpos de agua próximos.

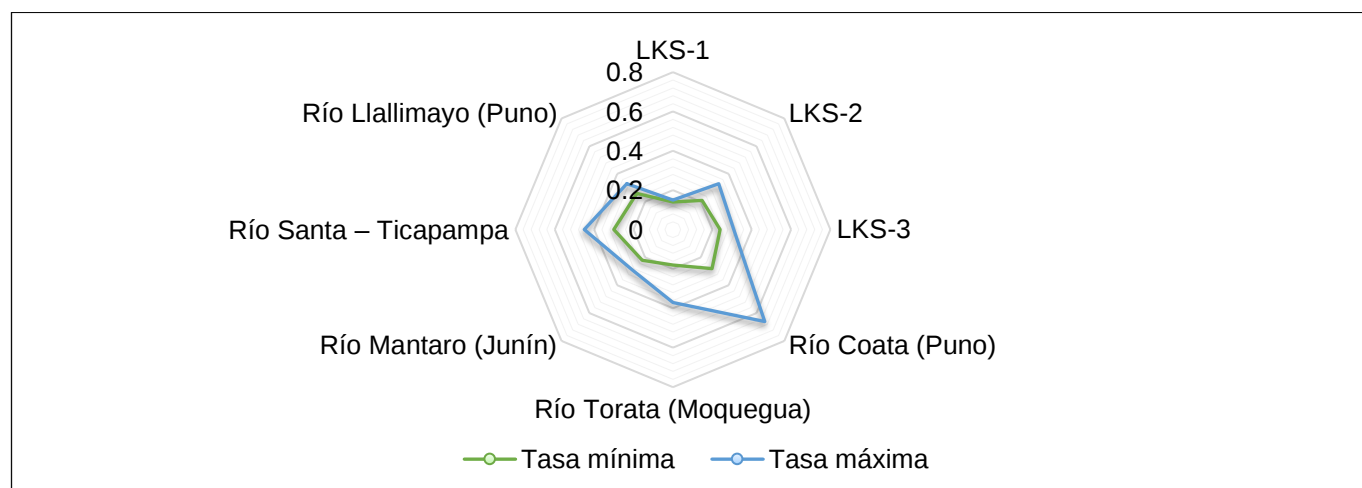
Esto puede hacer que el agua fluya contaminada y que sea potencialmente apta para el perjuicio de la calidad del agua y de los ecosistemas acuáticos (Español, 2012).

### Impactos en los recursos hídricos locales y en las cuencas hidrográficas

Las actividades mineras alteran los cauces fluviales, incrementan la erosión y abarcan un aumento en los sedimentos en suspensión que se depositan por aguas abajo. Además, la sedimentación también aumenta la vulnerabilidad de los ríos a eventos extremos, como sequías o inundaciones, que impactan de manera grave a las poblaciones rurales (Murillo et al., 2024).

## Gráfico 4

Comparación de tasas de sedimentación fluvial en sitios mineros del Perú (cm/año)



Fuente: Elaboración propia con base en Caballero y Chambi (2019), Estigoni et al. (2001), Gutiérrez et al. (2008), Quispe et al. (2021), y Vargas (2018).

El Gráfico 4 presenta una comparación de las tasas de sedimentación fluvial en distintos sitios mineros del Perú. Entre ellos, destacan el río Coata y el río Ramis (sitios LKS-1, LKS-2 y LKS-3), ambos ubicados en la región Puno, dentro de la cuenca del lago Titicaca, una zona fuertemente impactada por la minería informal de oro, especialmente en los distritos de Ananea y La Rinconada.

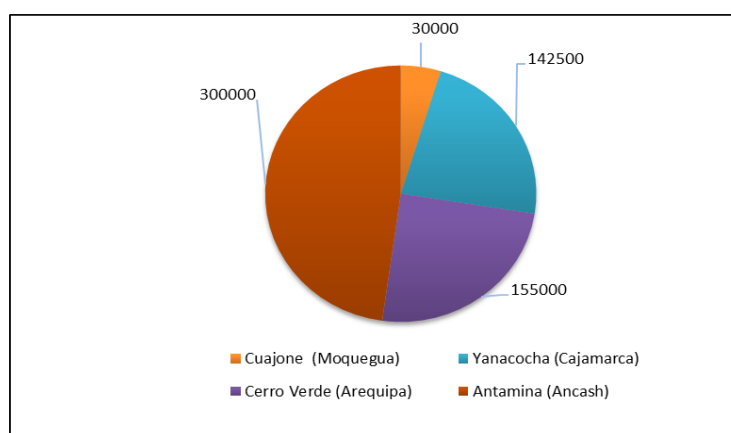
Otro caso notable es el del río Torata, en la región Moquegua, que recibe sedimentos desde las operaciones de la mina Cuajone. En la región Áncash, el río Santa, específicamente en la zona de Ticapampa, muestra también tasas elevadas asociadas a antiguas operaciones mineras. En Junín, el río Mantaro, afectado históricamente por actividades mineras y metalúrgicas en La Oroya, presenta niveles intermedios de

sedimentación. Finalmente, el río Llallimayo, ubicado en la provincia de Melgar (Puno), muestra tasas considerables de sedimentación y ha sido foco de conflictos socioambientales por la contaminación derivada de la actividad minera, particularmente de la mina San Rafael.

Por otro lado, la minería puede tener impactos importantes sobre los recursos hídricos locales, sobre todo a consecuencia de su alta demanda hídrica en sus operaciones tales como la extracción o el tratamiento de minerales. En muchas operaciones mineras, se usan volúmenes importantes de agua para lavados, transporte y separación de minerales, lo que puede reducir la disponibilidad de agua para las comunidades próximas (Sulca, 2018).

## Gráfico 5

Volumen de agua utilizado por minas en Perú (m³/día)



Fuente: elaboración propia con base en Benavente & Vera (2024), IIMP (2024), CIM Magazine (2024) y datos estimados de Antamina (2024).

El gráfico 5 muestra la distribución del volumen total de agua utilizada diariamente por cuatro minas peruanas. Antamina

concentra la mayor proporción, seguida por Cerro Verde y Yanacocha, cuya alta demanda se debe principalmente al

tratamiento de drenaje ácido. Cuajone presenta el menor consumo relativo. Esta comparación refleja cómo el uso del agua en minería varía según el tipo de operación y las estrategias de gestión hídrica implementadas.

La actividad minera genera asimismo efectos negativos en las cuencas hidrográficas, alterando su estructura y funcionalidad. En el transcurso de la extracción minera, la eliminación de la vegetación y el movimiento de tierras aumentan la velocidad de la erosión y la sedimentación que se producen en los cuerpos de agua de la cuenca hidrográfica. Con ello, se disminuye la capacidad de retención de los embalses, se deteriora la calidad del agua y se perjudican los ecosistemas acuáticos por la alteración de los hábitats de los peces y otras especies. El uso desmedido de los recursos hídricos en las operaciones mineras puede modificar también los caudales de los ríos y quebradas, afectando a la disponibilidad de agua de las aguas abajo (Sulca, 2018).

### Efectos de la contaminación minera sobre la salud humana y la biodiversidad

La repercusión de la minería afecta el suelo, contamina el aire, contamina los suelos, las aguas superficiales y las aguas subterráneas, transforma el microclima, modifica la flora y

fauna local y regional, genera impactos en el paisaje, ya durante la minería como posteriormente, padecimientos de salud humana, a medio y largo plazo (Vilela et al., 2020).

El requerimiento que tienen las empresas mineras de agua diaria la necesita por millones de toneladas, de manera tal que, por su alto nivel de contaminación, esta agua no puede ser reutilizada por la sociedad y se pierde (Moschella, 2019).

Para la ubicación de las minas también se requiere la tala de miles de hectáreas de bosque, lo que puede tener graves consecuencias para la salud y el medio ambiente. Las partículas inhaladas de partículas como plomo, mercurio, cadmio y otras sustancias tóxicas pueden aumentar la mortalidad por enfermedades respiratorias y cardiovasculares (Juvinao et al., 2020).

Es necesario señalar, que la minería dejará múltiples huellas como la desertificación del suelo, enfermedades derivadas de la contaminación del suelo, del aire y del agua, paisajes destruidos, grandes pasivos ambientales, la extinción de las economías regionales, comunidades empobrecidas y pueblos indígenas empobrecidos (Rodríguez, 2023). Además, pueden producirse acontecimientos catastróficos como incendios y explosiones.

**Tabla 3**

*Efectos de la minería sobre los recursos hídricos en las principales minas del Perú*

| Minería     | Ubicación                 | Impactos                                                            | Datos importantes                                                                                                                                                       |
|-------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yanacocha   | Departamento de Cajamarca | Alteración del balance hídrico y contaminación con metales pesados. | 60% de cuerpos de agua locales alterados; afectación en 123 puntos de control piezométrico para monitoreo del agua subterránea.                                         |
| Antamina    | Departamento de Áncash    | Derrames que afectan ríos como el Santa.                            | El derrame en el 2023 afectó los ríos Santa y Plata, afectando el acceso a agua potable e irrigación para 2 regiones.                                                   |
| Las Bambas  | Departamento de Apurímac  | Consumo intensivo de agua en cabeceras de cuenca.                   | Uso de 6,000 m <sup>3</sup> diarios de agua para las operaciones mineras.                                                                                               |
| Cerro Verde | Departamento de Arequipa  | Disminución de reservas de agua subterránea.                        | Retira 1 m <sup>3</sup> /s del río Chili, lo que representa el 10% del flujo total del río.                                                                             |
| Cuajone     | Departamento de Moquegua  | Filtraciones de relaves contaminando aguas subterráneas.            | Al menos 2,000 m <sup>3</sup> de agua contaminada por fugas anuales, causando la reducción de hasta un 50% en la diversidad de macroinvertebrados en ríos contaminados. |

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Vélez (2021).

La tabla 3 presenta los impactos de la minería en los recursos hídricos en cinco importantes minas del Perú: Yanacocha, Antamina, Las Bambas, Cerro Verde y Cuajone, asimismo, se detallan efectos como la contaminación del agua con metales pesados, derrames en ríos, consumo intensivo de agua y filtraciones de relaves, con datos cuantitativos sobre el uso y la afectación de los recursos hídricos, evidenciando la magnitud de los daños ambientales

### Normativas y regulaciones ambientales en la minería y su aplicación en los Andes

La actividad minera en los Andes sudamericanos ha generado presiones significativas sobre los ecosistemas hídricos,

especialmente por la alta sensibilidad de las cuencas montañosas y su rol como fuentes de agua para comunidades rurales y urbanas. Frente a ello, tanto los marcos normativos internacionales como la legislación nacional han evolucionado para establecer estándares ambientales orientados a prevenir, mitigar y remediar los impactos de la minería sobre los recursos hídricos.

### Normativa internacional

El Perú ha adoptado diversas normas y acuerdos internacionales que, aunque no siempre vinculantes, inciden directamente en la regulación ambiental de la minería y la gestión de los recursos hídricos.

- ✓ Acuerdo de París (2015): Perú es signatario y ha asumido compromisos de reducción de emisiones a través de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC). Esto promueve una minería más eficiente en el uso de energía y agua, especialmente en proyectos que integran energías limpias. (Moschella, 2019; AP News, 2024).
- ✓ Convención de Minamata (2013): fue ratificada por el Perú en 2017, regula el uso de mercurio en procesos extractivos, especialmente en minería artesanal, con el fin de proteger cuerpos de agua y la salud humana (MINAM, 2023).
- ✓ Convenio 169 de la OIT: Con aplicación obligatoria desde 1994, establece el derecho a la consulta previa de los pueblos indígenas, incluyendo los proyectos mineros que afecten sus territorios y recursos hídricos. (OIT, 1989; MINEM, 2022).
- ✓ Código Internacional para el Manejo del Cianuro (ICMC): Aunque no es obligatorio, varias operaciones mineras en Perú, como Yanacocha, lo adoptan voluntariamente para el manejo responsable del cianuro y la protección de fuentes de agua. (ICMC, 2024; Yanacocha, 2023).
- ✓ Normas ISO 14001 e ISO 14046: Varios proyectos mineros en Perú han adoptado estos estándares para sistemas de gestión ambiental y huella hídrica, aunque su implementación es voluntaria. (Freeport-McMoRan, 2019; Antamina, 2023).
- ✓ Ley del SEIA (Ley N.º 27446): Regula el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental. Toda actividad minera debe someterse a una evaluación previa que incluya los impactos sobre fuentes y cuencas de agua.
- ✓ Reglamentos Ambientales para Minería (D.S. N.º 040-2014-EM y D.S. N.º 042-2017-EM): Detallan las obligaciones ambientales para las distintas etapas del proceso minero. Se incluyen límites de vertimiento, monitoreo de calidad de agua y gestión de drenaje ácido.
- ✓ Ley de Pasivos Ambientales Mineros (Ley N.º 28271): Obliga a la identificación, registro y remediación de pasivos mineros que representen un riesgo para el ambiente, especialmente para cuerpos de agua cercanos.
- ✓ Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA): Instrumento obligatorio para operaciones en curso, establece medidas de control, monitoreo y mejora ambiental, incluyendo gestión de efluentes, relaves y consumo hídrico.

El marco regulatorio peruano se encuentra alineado parcialmente con estándares internacionales, integrando tanto compromisos multilaterales como guías técnicas adoptadas por el sector privado. No obstante, la efectividad de estas normas depende de su implementación, supervisión institucional (OEFA, MINEM, ANA) y de la participación ciudadana en los procesos de fiscalización y consulta. En regiones andinas, donde la vulnerabilidad hídrica es mayor, el cumplimiento efectivo de estas normativas resulta fundamental para garantizar una minería sostenible y responsable.

#### Casos emblemáticos de contaminación minera en los Andes

En los Andes peruanos se han registrado diversos casos emblemáticos de contaminación minera que han comprometido gravemente los recursos hídricos. Entre ellos destacan:

#### Nacionales

Perú ha desarrollado un marco normativo específico que regula los impactos ambientales de la minería sobre el agua y el territorio, incluyendo normas preventivas, operativas y correctivas.

- ✓ Ley General del Ambiente (Ley N.º 28611): Establece principios rectores para la gestión ambiental integrada, incluyendo el uso sostenible del agua y la prevención de la contaminación de cuerpos hídricos.

**Tabla 4**

*Andes peruanos*

| Lugar                       | Mina / Proyecto Minero     | Tipo de Contaminante    | Impacto en el recurso hídrico                                               | Fuente                                         |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Cuenca del río Ramis (Puno) | Minsur S.A.                | As, Pb                  | Afectación de piscicultura y abastecimiento de agua; sanción por OEFA       | Loza & Ccancapa (2020)                         |
| Espinar (Cusco)             | Mina Antapaccay (Glencore) | Cd, As, Hg              | Contaminación de fuentes hídricas; metales en sangre de pobladores          | Defensoría del Pueblo (2019); Red Muqui (2022) |
| Río Mantaro (Junín)         | Complejo La Oroya          | Pb, Cd, SO <sub>2</sub> | Deterioro del agua para uso agrícola y humano, contaminación atmosférica    | Espinoza et al. (2023)                         |
| Choropampa (Cajamarca)      | Minera Yanacocha           | Hg                      | Contaminación de riachuelos y suelos, afectando agua potable y salud humana | Gaviria (2002); Oxfam América (2004)           |

Fuente: Elaboración propia.

Los casos analizados revelan una preocupante tendencia común: la actividad minera, tanto formal como informal, ha generado impactos severos y persistentes sobre los recursos

hídricos en distintas regiones andinas del Perú. Desde la contaminación con metales pesados en la cuenca del río Ramis y Espinar, hasta los derrames catastróficos como el ocurrido

en Choropampa, se evidencia una débil gestión ambiental, fallas en la fiscalización estatal y vacíos en la aplicación de principios preventivos. Estos conflictos no solo afectan ecosistemas frágiles, sino también vulneran los derechos fundamentales de las poblaciones locales, como el acceso al agua limpia y la salud.

### **Estrategias y tecnologías para mitigar el impacto de la minería sobre los recursos hídricos.**

La reducción del impacto de la minería en los recursos hídricos requiere la implementación de estrategias integradas que combinen innovación tecnológica, restauración ambiental y participación comunitaria. Entre las acciones más relevantes destacan el reciclaje y reutilización del agua, el tratamiento de aguas residuales, la restauración de ecosistemas y el uso de tecnologías limpias adaptadas a cada contexto territorial (Céspedes, 2022).

El uso de tecnologías de recirculación hídrica, como sistemas cerrados de reutilización y plantas de tratamiento con filtros prensa, permite disminuir significativamente la extracción de agua fresca y reducir la carga contaminante vertida en cuerpos hídricos superficiales y subterráneos (Gutiérrez & Mira, 2019). Estas tecnologías resultan especialmente importantes en zonas altoandinas donde el acceso al agua es limitado y donde los ecosistemas son particularmente vulnerables.

Asimismo, la restauración ecológica en zonas impactadas por la actividad minera, mediante acciones como la reforestación con especies nativas, la revegetación de suelos alterados y la rehabilitación de humedales altoandinos, contribuye a recuperar la función hidrológica de las cuencas, mejorar la infiltración y mitigar procesos de erosión (Céspedes, 2022).

Además, la investigación resalta que la incorporación de tecnologías blandas, como sistemas de recolección de agua de lluvia para uso operativo o doméstico, así como la gestión participativa del agua con inclusión de comunidades campesinas e indígenas, puede aumentar la eficacia de las medidas de mitigación, promover la equidad en el acceso y reducir los conflictos socioambientales.

### **El rol de las comunidades locales e indígenas en la protección del agua frente a la minería**

El agua como recurso suma importancia para todo ser vivo para subsistir, tanto para las comunidades campesinas y comunidades nativas, donde la ley les ampara debido al derecho de usar las aguas existentes, como de las aguas que pasan por sus tierras; tanto para fines económicos culturales o de supervivencia, de acuerdo con lo dispuesto en la Constitución Política del Perú, como en la normativa relacionada con comunidades y en la legislación y convenios internacionales, como el Convenio 169 de la OIT (Ferro & Huaman, 2021).

Su papel de las comunidades es fundamental en la protección de los recursos hídricos frente a las actividades mineras. Antes de la realización de cualquier proyecto, es necesario llevar a cabo una consulta previa con las comunidades afectadas, ya que mantienen su autonomía, integridad e identidad cultural,

en la cual el estado promueve la consulta previa como un derecho de las comunidades étnicas, permitiéndoles ser escuchadas antes de que se implementen medidas legislativas o administrativas que puedan afectarlas directamente, lo que contribuye a la protección de su identidad cultural (Valero, 2018).

Pero según Isla, (2017) se argumenta que, en un contexto económico desregulado en la periferia, no existe un derecho comunitario que permita expulsar las inversiones mineras. Como resultado, las consecuencias más severas ocurren cuando las comunidades rurales se resisten a convertirse en “socios” de lo que consideran un despojo de sus tierras y recursos. Los países que más interés despiertan para captar inversiones en los recursos extractivos en América del Sur son Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Chile, por las amplísimas extensiones de territorio ocupadas por las comunidades indígenas que, de este modo, los pueblos indígenas y las economías campesinas locales están todos en peligro a todas horas. Desde hace milenios, estas comunidades controlaban la tierra, el agua y los medios de subsistencia que ahora son apropiados por las empresas.

Es por ello que la opinión de ellos es primordial para el sustento del agua, ya que sus creencias vienen en generación en generación, y que son las personas más indicadas para su conservación.

### **Proyecciones para una minería sostenible en los Andes y la gestión responsable del recurso hídrico**

La minería continuará siendo una de las principales actividades económicas en la región andina, donde se enfrenta el desafío de conciliar el desarrollo extractivo con la conservación de los recursos hídricos. Las perspectivas futuras apuntan a la adopción de enfoques sostenibles que integren innovación tecnológica, gobernanza ambiental y participación ciudadana como pilares fundamentales (Sticco et al., 2019).

En el ámbito tecnológico, se espera una mayor implementación de sistemas de bajo consumo hídrico, recirculación de agua y tecnologías de tratamiento que minimicen la carga contaminante. Estas soluciones permitirán reducir significativamente la presión sobre las fuentes hídricas locales, especialmente en zonas de estrés hídrico.

Asimismo, se proyecta el fortalecimiento de marcos normativos más exigentes, acompañados de mecanismos efectivos de fiscalización ambiental, transparencia en los procesos de evaluación y cumplimiento obligatorio de estándares internacionales por parte de las empresas mineras (Vélez, 2021).

Desde un enfoque social, se reconoce que una minería sostenible no solo implica eficiencia técnica, sino también el establecimiento de modelos de gestión participativa del agua y de redistribución equitativa de los beneficios económicos. La inversión de ingresos mineros en infraestructura hídrica, restauración de cuencas y desarrollo comunitario es una condición esencial para lograr legitimidad y sostenibilidad a largo plazo.

En suma, el futuro de la minería en los Andes estará determinado por su capacidad para transitar hacia una gestión hídrica integrada, justa y ambientalmente responsable, que asegure la protección de los ecosistemas y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados revelan que la actividad minera en los Andes peruanos ha generado impactos severos sobre los recursos hídricos, tanto en calidad como en disponibilidad. El drenaje ácido de mina (DAM), producto de la oxidación de sulfuros metálicos, es una fuente crítica de contaminación persistente, liberando metales pesados a cuerpos de agua, como se ilustra en la Imagen 1. Este proceso, junto con las filtraciones de relaves y escombreras, ha deteriorado ecosistemas acuáticos y representa un alto riesgo para la salud humana.

En el análisis de sedimentación (Gráfico 3), se evidencia una acumulación excesiva de sedimentos en ríos como el Coata, Ramis y Torata, generada por la deforestación y la remoción de suelos en áreas mineras. Esto afecta la capacidad de regulación hídrica de las cuencas y amenaza la biodiversidad acuática.

El uso intensivo de agua por parte de minas como Antamina y Cerro Verde (Gráfico 4) demuestra la presión ejercida sobre fuentes hídricas locales, afectando la disponibilidad de agua para comunidades. En la Tabla 3 se resumen impactos específicos: contaminación por metales, reducción de biodiversidad y afectación de reservas subterráneas.

Aunque el Perú cuenta con normativas ambientales (SEIA, Ley de Pasivos Mineros, ISO 14046, entre otros), su implementación aún es débil en regiones altoandinas. El análisis muestra que la minería formal y especialmente la informal continúan operando con impactos acumulativos y mal gestionados.

Las tecnologías de mitigación (recirculación hídrica, biofiltros, humedales artificiales) y la restauración ecológica de cuencas con especies nativas emergen como soluciones viables para reducir los daños. Sin embargo, su aplicación aún es limitada.

## CONCLUSIÓN

La minería en los Andes sudamericanos, especialmente en el Perú, representa una actividad económica de gran relevancia para el desarrollo regional y nacional. No obstante, su expansión ha generado serios impactos ambientales, siendo el deterioro de los recursos hídricos uno de los más críticos. La evidencia recogida en regiones como Cajamarca, Áncash, Puno, Apurímac, La Libertad, Cusco y Pasco confirma que la contaminación por metales pesados, la acidificación de cuerpos de agua, la sedimentación excesiva y la alteración de los caudales afectan no solo a los ecosistemas acuáticos, sino también a la salud humana y la seguridad hídrica de comunidades vulnerables.

Entre los casos más representativos se encuentran las minas de Yanacocha, Antamina, Las Bambas, Cerro Verde y Cuajone,

cuyas operaciones han sido vinculadas a diversos procesos de contaminación del agua superficial y subterránea. Asimismo, la minería ha provocado daños colaterales en suelos, aire y biodiversidad, intensificando los conflictos socioambientales en zonas de influencia directa.

Ante este panorama, se hace imprescindible avanzar hacia una minería sostenible y socialmente responsable, que equilibre el aprovechamiento económico de los recursos minerales con la preservación de los ecosistemas hídricos. En esa línea, esta investigación plantea un conjunto de estrategias orientadas a mitigar los impactos de la minería sobre el agua y promover un modelo de desarrollo más equilibrado: Implementar sistemas obligatorios de recirculación y reutilización del agua en las operaciones mineras, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad hídrica; Incorporar tecnologías de tratamiento pasivo, como humedales artificiales o biofiltros, para reducir la carga contaminante de los efluentes mineros.; Restaurar de manera prioritaria las microcuencas afectadas, mediante revegetación con especies nativas, control de erosión y rehabilitación de suelos degradados; Fomentar la participación activa de las comunidades locales en la gestión del agua, promoviendo mecanismos de vigilancia ambiental participativa y cogestión de los recursos; Fortalecer el marco normativo ambiental, alineándolo con estándares internacionales para garantizar una fiscalización eficaz y una mayor transparencia en la gestión minera.

Estas propuestas buscan no solo mitigar los impactos ya existentes, sino también anticiparse a futuros riesgos derivados de la intensificación de la actividad extractiva. Una transición hacia una minería ambientalmente responsable es clave para asegurar la sostenibilidad hídrica, el respeto por los derechos humanos y el bienestar de las comunidades andinas en el largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antamina. (2023). Gestión del agua en Antamina. <https://www.antamina.com/en/gestion-ambiental/nuestra-gestion-ambiental/gestion-del-agua/>
- AP News. (2024). Climate change pressures force mining sector to rethink emissions. <https://apnews.com/article/bd8c98390b3711439c055023b77e31b5>
- Bustamante, J. (2023). Mejora de la Normativa Minero Ambiental Actual del Cierre de Minas Peruano–Unidad Minera Florencia Tucari. [Master's thesis, Pontificia Universidad Católica del Perú (Perú)]. Repositorio Institucional PUCP. (pp. 1-62). <http://hdl.handle.net/20.500.12404/25528>
- Camarena, A., & Ramírez, W. (2021). Influencia de la minería artesanal e informal en la calidad del recurso hídrico de Parcoy, La Libertad. *Revista Ciencia y Tecnología*, 17(2), (pp.11-27). <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/3556/4246>
- Céspedes, I. (2022). Aplicación del principio de prevención para la protección de los recursos hídricos frente a la actividad minera de carbón en el departamento de La Guajira. [Tesis de Maestría- Universidad del Norte]. Repositorio Institucional UN. (pp.1-194). <http://hdl.handle.net/10584/11503>
- CIM Magazine. (2025, junio). Clear and clean: wastewater reuse at Cerro Verde mine, Peru. <https://magazine.cim.org/en/environment/clear-and-clean-en/>
- Colonio, R., & Sánchez, C. (2021). Revisión sistemática de los impactos del mercurio por la minería aurífera aluvial en aguas superficiales en el Perú. *Revista de Gestión Ambiental*. 24(3), (pp.34-46). <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73596>
- Defensoría del Pueblo. (2019). Informe de supervisión ambiental en Espinar – Cusco. <https://www.defensoria.gob.pe>
- Español, C. (2012). Contaminación con mercurio por la actividad minera. *Biomédica*, 32(3), ISSN: 0120-4157. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84324092001>
- Espinoza, J., Alderete, M., Cañari, J., Pando, D., Rosa, D., & Meza, S. (2022). Immission levels and identification of sulfur dioxide sources in La Oroya city, Peruvian Andes. *Environment, Development and Sustainability*, 1 - 30. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02592-0>
- Defensoría del Pueblo. (2019). Informe de supervisión ambiental en Espinar – Cusco. <https://www.defensoria.gob.pe>
- Ferro, V., & Huaman, R. (2021). Conflictos y gestión de agua para riego en la comunidad campesina de Haparquilla, distrito y provincia de Anta. [Tesis para obtener título profesional- Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. (pp. 1-123). <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6377>
- Freeport-McMoRan. (2019). Water Management Report: Cerro Verde. <https://www.fcx.com/sites/fcx/files/documents/sustainability/2019-water-report.pdf>
- Gutiérrez, J., & Mira, L. (2019). Estado del arte del derecho y la legislación en el sector hidroeléctrico, hidrocarbúferos y de minería para Colombia. *Estado & comunes, revista de políticas y problemas públicos*, 2(9), (pp.383-408). [https://doi.org/10.37228/estado\\_comunes.v2.n9.2019.134](https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v2.n9.2019.134)
- Gaviria, M. (2002). El derrame de mercurio en Choropampa: crónica de una tragedia. Lima: Red Muqui.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (IIMP). (2024, octubre 10). Yanacocha trata 50 millones de metros cúbicos de agua ácida por año. *Semillero Minero*. <https://www.semillerominero.iimp.org.pe/noticias/yanacocha-trata-50-millones-de-metros-cubicos-de-agua-acida-por-ano>
- IIMP. (2022). Instrumentos financieros y estándares para minería responsable en el Perú. *Boletín Institucional*, 35(2).
- Juvinao, D., Ustate, L., & Camacho, F. (2020). Tecnologías, procesos y problemática ambiental en la Minería de arcilla. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(2), (pp.20-43). <http://dx.doi.org/10.17081/invinno.8.2.3857>
- Loza, A., & Ccancapa, Y. (2020). Mercurio en un arroyo altoandino con alto impacto por minería aurífera artesanal (La Rinconada, Puno, Perú). *Revista internacional de contaminación ambiental*, 36(1), (pp.33-44). <https://doi.org/10.20937/rica.2020.36.53317>
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2023). Informe estadístico minero 2023. [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)
- MINAM. (2021). Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio del Ambiente, Perú.
- MINAM. (2023). Perú y la Convención de Minamata: avances y desafíos en la gestión del mercurio. <https://www.minam.gob.pe/minamata>
- MINEM. (2023). Ley de Pasivos Ambientales Mineros y su implementación. <https://www.minem.gob.pe>
- Moschella, P. (2019). ¿Es posible una minería aurífera en pequeña escala responsable con el ambiente?: Impactos ambientales y percepción en una microcuenca de la Amazonía del sur peruana. *Espacio y Desarrollo*, (33), (pp.117-141). <https://doi.org/10.18800/espaciodydesarrollo.201901.006>
- Murillo, Y., Asprilla, Y., & Murcia, Y. (2024). Estrategias pedagógicas ambientales: Un camino hacia la salvación del río Condoto (Chocó, Colombia). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 10473–10488. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14422](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14422)
- Núñez, A. (2020). Responsabilidad social empresarial del sector minero y el impacto en los stakeholders: una revisión de la literatura científica. [Tesis de Bachiller- Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. 6(4), (pp.14-18). <https://hdl.handle.net/11537/27156>

- Oca, A. (2010). Principales fuentes contaminantes de las aguas superficiales del río Moa. *Cub@: Medio ambiente y Desarrollo*; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente, 10(18), (pp. 1683-8904). DOI:10.3390/ijerph15040621
- OEFA. (2022). Supervisión ambiental en minería: Informe técnico anual. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Perú.
- OIT. (1989). Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales. <https://www.ilo.org>
- Pretell, R., & Tafur, V. (2019). Revisión sistemática de la literatura: minería y contaminación de aguas por metales pesados. [Tesis de Bachiller- Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. 13(4), (pp.9-13). <https://hdl.handle.net/11537/22047>
- Quispe, J. (2022). Estado actual de los pasivos ambientales de la actividad industrial minera en el Perú, Revisión sistemática-2022. [Tesis para obtener Título Profesional- Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. 23(6), (pp.9-17). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/103674>
- Ramírez, L., Mendoza, A., & Soto, F. (2019). Drenaje ácido de minas y sus efectos en los recursos hídricos en las zonas mineras del sur de Perú. *Water Resources Management*. 33(5), (pp.43-76). <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02323-x>
- Red Muqui. (2022). Metales pesados en Espinar: Evidencias de contaminación y vulneración de derechos. <https://redmuqui.org>
- Robles, E., Medina, A., & Medina, C. (2019). La contaminación del aire por el material particulado y su relación con las enfermedades de tipo respiratorio en la población de Cerro de Pasco (2010 y 2016). *Industrial data*, 22(1), (pp.173-179). <https://doi.org/10.15381/idata.v22i1.16533>
- Rodríguez, Z. (2023). Análisis comparativo de políticas de cierre de minas y reparación de pasivos ambientales en el Estado Plurinacional de Bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), (pp.4483-4508). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6499](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6499)
- Sulca, L. J (2018). Contaminación Minera en el Perú: Causas, Efectos. [Monografía de pregrado-Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú]. Repositorio Institucional UNE. (pp.1-75). <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/8362>
- Valero, D. (2018). La consulta previa frente a la minería. Estudio de caso en los resguardos indígenas del noroccidente colombiano. *Luna Azul*, (pp.145-166). <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.9>
- Vélez, P. (2021). Limitaciones que presenta la Ley Provincial 7.722 para proteger los recursos hídricos de Mendoza (Bachelor's thesis). [Manuscrito científico- Universidad Siglo 21]. Repositorio Institucional UES. (pp.1-43). <https://repositorio.21.edu.ar/handle/ues21/21698>
- Vilela, W., Espinosa, M., & Bravo, A. (2020). La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. *Estudios de la Gestión*, (8), (pp.215-233). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=719877737004>
- Yanacocha. (2023). Tratamiento de aguas y cumplimiento ambiental en Yanacocha. <https://www.yanacocha.com.pe>