**Contaminación del rio Ramis por relaves mineros**

Hemersson Mamani Turpo

*a E.P. Ingeniería Ambiental, Facultad Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión*

# Resumen

La cuenca del río Ramis, ubicada en la región altiplánica de Puno, Perú, enfrenta una grave problemática ambiental ocasionada por la descarga de relaves mineros. Esta situación, exacerbada por la minería informal e ilegal en las cabeceras de cuenca, representa una amenaza para la salud humana, la biodiversidad y las actividades económicas de las poblaciones ribereñas. En esta investigación se analizan los principales factores que inciden en la contaminación, los metales pesados predominantes y las políticas de gestión ambiental aplicadas en el territorio. Asimismo, se proponen medidas estratégicas orientadas a la remediación y prevención del daño ambiental.

Palabras claves: *Contaminación del río Ramis, Relaves mineros, Minería informal e ilegal, Metales pesados (mercurio, plomo, cadmio, arsénico), Tecnologías limpias en minería, Degradación del suelo y agua.*

# Introducción

El mercurio es un elemento tóxico que, cuando se encuentra en el agua potable o en el suelo en niveles elevados, puede causar serios problemas de salud en las personas y en el medio ambiente (Mansilla, 2019). Por ello, se explicarán los argumentos relacionados con el monitoreo y la remediación de la contaminación por mercurio en la cuenca del río Ramis, un desafío constante para las autoridades locales y nacionales que buscan implementar soluciones sostenibles para garantizar el acceso a agua limpia y segura para las comunidades afectadas.

#  Las empresas informales a nivel Ananea crecen de un trabajo ilegal generando una contaminación de alto nivel.

El desarrollo de actividades mineras en la zona norte de la región Puno, particularmente en las provincias de San Antonio de Putina, ha generado impactos ambientales significativos en los cuerpos de agua, siendo el río Ramis uno de los más afectados. Este río, de vital importancia ecológica y económica, desemboca en el lago Titicaca, lo que implica una afectación en cadena. El río Ramis es actualmente una de las principales fuentes de contaminación metálica del lago, debido a la alta concentración de metales en sus aguas y sedimentos. La presente investigación resalta la necesidad de monitorear y gestionar adecuadamente los impactos ambientales derivados de la minería en la región(Guerrero, 2014)**.**

Los impactos ambientales de la minería aluvial del oro en la Amazonía peruana, incluyendo la emisión de mercurio y la deforestación, proporcionan un contexto más amplio sobre los efectos de la minería en los sistemas acuáticos(Aragon, 2019)**.**

 Actividad minera informal en consecuencia, seguirá causando una gran cantidad de problemas para la sociedad y como para el medio ambiente entonces. (Osores, 2012)Por lo tanto, la minería de trabajo de la sociedad de minas informales (MAPE) todo eso tiene acceso a la extracción del oro y otros metales de valor.

 Falta de gestión de residuos mineros. En conclusión, si esto sigue así seguirá generando más contaminación para el suelo aire y tierra. La escasez de gestiones ideales en las minerías, de residuos contaminantes. Por ello, (Gutierrez, 2014) Debido a que esto ensucia el suelo y suelta sustancias toxicas causando problemas en la población y su entorno.

 Deficiencia de gestión ambiental. por ello, a falta de planificación e incumplimientos de normativas mineras.(Torres Tovar, 2019) Refiere de la falta de una adecuada gestión ambiental puede acarrear consecuencias severas para el medio ambiente, la salud de las personas y la economía.

# Falta de procesos naturales. En consecuencia, esto traería alteraciones en el suelo y sub suelo. (Vilela, 2020) Informa de la ausencia de procesos naturales en una mina, la falta o modificación de los procesos geológicos y ecológicos que normalmente se desarrollan en el entorno minero.

## Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación del río Ramis se concentran principalmente en la minería informal aurífera ubicada en la parte alta de la cuenca, específicamente en los centros poblados de La Rinconada, Cerro Lunar de Oro y alrededores. Estas actividades carecen de sistemas de tratamiento de efluentes y generan residuos con alto contenido de metales pesados que son descargados directamente en los cursos de agua. Además, se identificaron pasivos ambientales mineros abandonados, los cuales continúan lixiviando contaminantes debido a la acción de las lluvias y escorrentías.

Ubicación de zona de estudio y puntos de muestreo en el arroyo evaluado



 Fuente Google Earth (SENAMHI, 2017)

## Metales pesados predominantes

Los metales más recurrentemente detectados en los monitoreos realizados por OEFA y ANA entre 2018 y 2023 son:

**Mercurio (Hg)**: proveniente del uso artesanal en la amalgamación del oro. Su bioacumulación en tejidos orgánicos representa un grave riesgo para la salud humana.

**Plomo (Pb)** y **Cadmio (Cd)**: asociados a residuos de minas abandonadas. Ambos metales tienen efectos neurotóxicos.

**Arsénico (As)**: presente en concentraciones que superan en más de ocho veces los límites máximos permisibles (LMP).

**Zinc (Zn)** y **Cobre (Cu)**: aunque esenciales en pequeñas cantidades, su exceso causa toxicidad en organismos acuáticos

## Impactos ambientales

El deterioro de la calidad del agua ha generado efectos severos en la vida acuática. Diversos estudios reportan la reducción drástica de especies piscícolas, desaparición de macrófitas acuáticas, pérdida de hábitats ribereños y alteración del equilibrio ecológico. Asimismo, los suelos agrícolas colindantes presentan acumulación de metales, afectando la productividad y provocando bioacumulación en cultivos como papa y cebada (Jiang, 2021)

El colapso de represas de relaves puede tener consecuencias catastróficas para las comunidades y el medio ambiente circundante. Un análisis global realizado por (Smith, 2021) examinó los impactos ambientales de fallas en represas de relaves a escala mundial entre 1915 y 2020. El estudio destacó que tales fallas pueden afectar áreas ubicadas a kilómetros de distancia del sitio del colapso, causando daños significativos a los ecosistemas y a las poblaciones humanas.

Un estudio realizado por (Garcia, 2022) en la Bahía de Portmán, España, evidenció que la resuspensión de relaves mineros y la posterior deposición de partículas tienen efectos perjudiciales en la diversidad de procariontes y nematodos. Estos impactos alteran la estructura de las comunidades bentónicas, afectando la biodiversidad local.

## Impactos en la salud pública y economía local

Diversos reportes del Ministerio de Salud (DIGESA) indican que comunidades como Taraco, Samán, Azángaro y San Antón muestran altas concentraciones de mercurio y plomo en muestras biológicas humanas. Entre las afecciones más reportadas se encuentran: enfermedades gastrointestinales, insuficiencia renal, neurotoxicidad en niños y enfermedades dermatológicas. En el ámbito económico, las principales consecuencias se reflejan en la reducción de áreas cultivables, mortalidad ganadera, pérdida de mercados para productos agrícolas contaminados y disminución del turismo (Ambiental, 2023).

A pesar de los múltiples estudios y denuncias realizadas por comunidades afectadas y gobiernos locales, las acciones del Estado han sido insuficientes y fragmentadas. La implementación del Plan Multisectorial para la Recuperación del río Ramis, si bien representa un avance, carece de financiamiento sostenible y mecanismos de fiscalización efectiva. Comparado con modelos exitosos en países como Chile (cuenca del río Elqui) o Bolivia (río Pilcomayo), se evidencia la necesidad de mayor articulación interinstitucional y participación comunitaria. La remediación ambiental debe incluir el cierre técnico de pasivos, educación ambiental y tecnologías apropiadas como humedales artificiales y sistemas de biorremediación.

## Propuestas de solución:

A pesar de los múltiples estudios y denuncias realizadas por comunidades afectadas y gobiernos locales, las acciones del Estado han sido insuficientes y fragmentadas. La implementación del Plan Multisectorial para la Recuperación del río Ramis, si bien representa un avance, carece de financiamiento sostenible y mecanismos de fiscalización efectiva. Comparado con modelos exitosos en países como Chile (cuenca del río Elqui) o Bolivia (río Pilcomayo), se evidencia la necesidad de mayor articulación interinstitucional y participación comunitaria. La remediación ambiental debe incluir el cierre técnico de pasivos, educación ambiental y tecnologías apropiadas como humedales artificiales y sistemas de biorremediación. . (Fernandez, 2018).

Las tecnologías limpias en minería son un conjunto de métodos, procesos y herramientas diseñadas para reducir el impacto ambiental de la actividad minera, mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y promover la sostenibilidad. Estas tecnologías buscan minimizar la contaminación del aire, agua y suelo, así como disminuir el consumo de energía y agua (Omar, 2024)**.**

# Conclusiones

La problemática de la contaminación del río Ramis, especialmente por mercurio y otros metales pesados, evidencia la urgencia de una acción coordinada y sostenible. Tal como se analizó desde el inicio, la minería informal e ilegal ha provocado impactos ambientales y sociales de gran magnitud, afectando tanto a las comunidades locales como a ecosistemas clave como el lago Titicaca. Por ello, se requiere un enfoque integral que combine la aplicación efectiva de normativas, el uso de tecnologías limpias y la participación activa de las comunidades. Solo así será posible garantizar el derecho a un ambiente sano, preservar los recursos hídricos y promover un desarrollo territorial verdaderamente sostenible.

# Referencias

Ambiental, D. R. (2023). Direccion Regional de Saslud Ambiental e inocuidad Alimentaria. *Direccion Regional de Saslud Ambiental e inocuidad Alimentaria*, 3-4. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/

Aragon, R. R. (2019). Impacto ambiental del ciclo de vida de la mineria aurifera aluvial en la selva amazonica peruana. *la mineria aurifera aluvial*, 2-3. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.277

Fernandez, J. (2018). El cumplimiento de las normativas estatales en la minería. *El cumplimiento de las normativas estatales en la minería*, 5-6. Obtenido de https://www.cleanteqwater.com/es/soluciones/eliminacion-de-impurezas/eliminacion-de-arsenico-antimonio/

Garcia. (2022). impacto de los relaves mineros. *impacto de los relaves mineros suspendidos en la biodiversidad bentonica y los procesos ecosistemicos* , 2-3. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749122004250?via%3Dihub

Guerrero, C. Z. (2014). concentracion de metales en agua, sedimimentos y cuatro especies de peces del lago titicaca. *concentracion de metales*, 2-3. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.061

Gutierrez, E. (2014). *Manejo de Esteriles en Mina.* Bogota. Obtenido de https://www.coursehero.com/es/file/209945665/u703667pdf/

Jiang, F. L. (2021). evalucion del impacto ambiental y economico de la mineria para la restauracion de tierras y el suelo. *impacto ambiental*, 2-3. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720315486

Mansilla, C. G. (2019). *Contaminacion Arsenico en Ancash.* (Tesis de Pre Grado), Universidad Cientifica, LIMA. Obtenido de https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1002

Omar, K. (2024). El surgimiento de tecnologias y practicas en mineria verde. *Tecnologia en mineria*, 2-3. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950555024000338/pdfft?crasolve=1&r=93f17e8768e33c1b&ts=1747132371118&rtype=https&vrr=UKN&redir=UKN&redir\_fr=UKN&redir\_arc=UKN&vhash=UKN&host=d3d3LnNjaWVuY2VkaXJlY3QuY29t&tsoh=d3d3LnNjaWVuY2VkaXJlY3QuY29t

Osores, F. (2012). *Mineria Informal y Legal.* Articulo de Inevestigacion Cientifica, Acta Medica Peruana, Lima. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1728-59172012000100012

SENAMHI. (2017). INFORMACION CLIMATICA. *informacion climatica estacion meteorologica ananea*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\_nlinks&pid=S0188-4999202000010003300063&lng=en

Smith. (2021). ciencia con la sociedad . *orientacion basada en la evidencia para las mejores practicas en el trabajo transdisciplinario ambiental*, 68. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378021000194?via%3Dihub

Torres Tovar, M. H. (2019). Explotación minera y sus impactos ambientales y en salud. El caso de Potosí en Bogotá. 5,6-7. Obtenido de https://doi.org/10.1590/0103-1104201711207

Vilela, W. (12 de Mayo de 2020). *La Contaminacion Ambiental Ocasionada por la Mineria en la Provincia de el Oro.* Articulo de Investigacion, Quito. Obtenido de https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2437/2325