

**Análisis sobre la Contaminación por uso del Mercurio en la
Cuenca del Río Putumayo - Içá derivado de Minería Artesanal y
Pequeña Escala (MAPE)**

PRODUCTO 2: TERCERA ENTREGA

**Preparado para WILD CONSERVATION SOCIETY - WCS
Autor: MANUEL HOYDEN GONZALEZ OSSA - Consultor**

Fecha de 3 Entrega: 26 de enero de 2026

RESUMEN DE ACTIVIDADES EJECUTADAS

CUARTO ENTREGABLE

Fecha de Inicio: 04 de agosto de 2025
Fecha Otrosí: 05 de noviembre de 2025
Fecha Final: 06 de junio de 2026
Periodo de Actividades: **04 de agosto a 26 enero de 2026**

PRODUCTOS CONTRACTUALES:

Entrega	Producto	Fecha de Entrega	Estado
1	Producto 1. Plan de Trabajo	Semana 3 (24 ago 2025)	Entregado / Aprobado
2	Producto 2. Primer avance de informe con 50% de los requerimientos.	Semana 12 (16 oct 2025)	Entregado / Aprobado
3	Producto 2. Segundo avance de informe con el 70% de los requerimientos.	Semana 20 (21 dic 2025)	Entregado / Aprobado
4	<u>Producto 2. Entrega final con los ajustes requeridos.</u> <u>Producto 3. Base de datos, registrada, construida y organizada en Excel.</u>	Semana 24 (04 feb 2026)	Entregado / Revisión
5	Producto 4. Documento técnico con la definición de sitios, estaciones y/o puntos de muestreos para mercurio. Documento con descripción de protocolos de muestreo. Producto 5. Documento con el análisis preliminar de diagnóstico y estado actual de concentración de mercurio en aire, agua y sedimentos. Aplicar encuesta a mineros artesanales.	Semana 30 (18 Mar 2026)	

6	Producto 6. Documento con el análisis de otros contaminantes (relacionados con hidrocarburos y minería-arsénico, metales pesados, contaminantes asociados a cultivos ilícitos). Análisis de la bioacumulación de mercurio y otros metales en las comunidades. Producto 7. Documento técnico con la georreferenciación de localidades que empleen actividades otro tipo de contaminantes, provenientes de actividades como: agricultura, ganadería, piscicultura entre otras. Y georreferenciación de sitios que realicen actividades de minería ilegal. Diagnóstico sobre las zonas de desplazamiento o zonas propensas al desarrollo de actividad minería ilegal.	Semana 36 (29 abril 2026)	
7	Producto 8. Documento de análisis sobre el estado de la normatividad ambiental en referencia a las actividades de minería artesanal y de pequeña escala. Producto 9. Documento con la información recolectada, sistematizada, consolidada, analizada y presentar la información científica relevante para la GIRH (análisis base de datos) sobre: a. Diagnóstico de existencia de contaminantes en la Cuenca. b. Registro de la información existente, documentos, su calidad, frecuencia y estandarización y de ausencias de información (temáticas y sitios) para la gestión relevante en contaminación del agua. c. Las metodologías y protocolos empleados para el registro, colecta y análisis de mercurio y otros metales pesados aprobados y definidos por la(s) institución(es) identificando la información y criterios técnicos usados. Producto 10. Entregar los soportes sobre el seguimiento, evaluación y supervisión de los consultores que trabajan en MAPE.	Semana 40 (27 Mayo 2026)	

Verificación de Actividades por Producto:

1. **Realizar un plan de Trabajo:** *“Realizar un Plan de Trabajo, de reuniones y visitas técnicas a entidades, organizaciones, Institutos de Investigación y Universidades entre otros, para la identificación y colecta de datos e información sobre metodologías de muestreo y análisis de mercurio en ecosistemas naturales, en especial en aquellas implementadas en la cuenca Putumayo – Içá”.*

Estado: CUMPLIDO - ENTREGADO en el primer Entregable, Aprobado por la supervisión del contrato.

2. **Realizar Reuniones:** *“Realizar y coordinar las reuniones de equipo de planificación (especialista de ecosistemas acuáticos y la Unidad de Manejo del Proyecto), direccionamiento y coordinación tanto de forma virtual como presencial para el seguimiento al plan de trabajo y las que sea requerido”.*

Estado: CUMPLIDO – En Ejecución con el cuarto Entregable, se ha acompañado los distintos eventos que ha solicitado la supervisión del contrato.

3. **Búsqueda de Información:** *“Identificar, Investigar, averiguar, buscar, conseguir información sobre la normatividad y política previa y reciente sobre la minería, la actualidad de la actividad minera en territorio y la contaminación en la cuenca del río Putumayo – Içá con énfasis en mercurio tanto en base de datos existentes, como en universidades, instituciones públicas y privadas, bibliotecas, la propia comunidad y los instrumentos de gobierno propio existentes. Se incluye además conocer e identificar el estado de Implementación y los planes de acción del Convenio de Minamata y de Estocolmo en el País”.*

Estado: CUMPLIDO – En Ejecución con el cuarto Entregable, constituye la consulta de fuentes oficiales de los gobiernos de cada país y publicaciones de Organizaciones No Gubernamentales que hayan desarrollado temas acordes con los objetivos de la consultoría

4. **Análisis de Información:** *“Analizar, tabular, sistematizar de forma estadística cualitativa y cuantitativa, descriptiva e inferencial la información obtenida sobre la contaminación por mercurio y otros metales pesados en la cuenca en estudio y los aspectos socioeconómicos alrededor de la actividad minera”.*

Estado: CUMPLIDO – En Ejecución con el cuarto Entregable, constituye el

procesamiento, análisis y conclusiones de las publicaciones en las de fuentes oficiales de los gobiernos de cada país y publicaciones de Organizaciones No Gubernamentales que hayan desarrollado temas acordes con los objetivos de la consultoría

5. **Recolección de Información de Actores:** *“Recolectar y analizar la información de los diferentes actores que positiva y/o negativa alrededor de la actividad minera en la cuenca”.*

Estado: CUMPLIDO – En Ejecución con el cuarto Entregable, constituye la consulta, procesamiento, análisis y conclusiones de las actividades mineras de la Asociación de Mineros del Alto San Pedro (Colon, Putumayo) y Asociación de Mineros de las Cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo -ASOMICUAP (Puerto Leguizamo, Putumayo) plasmadas en el presente entregable.

6. **Apoyar actividades de socialización:** *“Apoyar en las actividades de socialización y relacionamiento con las comunidades que permita realizar un monitoreo participativo”.*

Estado: CUMPLIDO – En Ejecución con el cuarto Entregable, se viene apoyando a la supervisión y gerencia del proyecto para la participación y realización de eventos con los actores de la minería para dar a conocer el proyecto.

7. **Apoyo a Ejecutantes de los subproyectos:** *“Apoyar a los requerimientos que realicen los ejecutantes de(los) subproyecto(s) que tengan relación con la minería y la contaminación por esta actividad”.*

Estado: CUMPLIDO – En Ejecución con el cuarto Entregable, ha participado de todos los requerimientos realizados por la supervisión y la gerencia del Proyecto.

8. **Comparación de Metodologías de Monitoreo:** *“Identificar y comparar la(s) metodología(s) más acorde(s) para el muestreo de calidad del agua y la identificación de la contaminación por mercurio de la fauna, flora, agua o tierra según sea el caso”.*

Estado: CUMPLIDO – EJECUTADO con el cuarto Entregable, ha consultado las distintas instituciones gubernamentales y sus publicaciones, considerando

las exigencias para el reconocimiento de los muestreos realizados dentro del ámbito de alertas tempranas por contaminación.

- 9. Definir Metodologías de Calidad e Agua:** *“Definir las metodologías de medición de calidad de aguas a realizarse para identificación del mercurio y otros metales pesados según procesos y pasos aprobados y definidos por las instituciones gubernamentales”.*

Estado: CUMPLIDO – EJECUTADO si bien se conoce a la fecha de entrega del cuarto entregable, esta obligación puede cambiar al avanzar con la dinámica del proyecto y la visión normativa de los cuatro países en la definición de los parámetros muestrear.

Resumen Actividades Ejecutadas hasta la Cuarta Entrega (26 Enero 2026):

1. **Documentación y Revisión Bibliográfica:** Se realizó consulta documental a las publicaciones institucionales de los cuatro países sobre la legislación y regulación del uso del Mercurio en las actividades de Minería Artesanal y Pequeña Escala (MAPE), así de las Organizaciones No Gubernamentales identificadas, analizando los impactos evaluados en sus distintos estudios sobre flora, fauna, agua, suelo, atmósfera y humanos.
2. **Acompañamiento Virtual a la Reunión en Quito, Ecuador:** Durante los tres (3) días que se desarrolló la agenda (26, 27 y 28 de agosto 2025) se hizo presencia y participó del desarrollo temático sobre Mercurio en la cuenca del río.
3. **Acompañamiento Virtual a Reunión con UNODC:** Se acompaña a la reunión programada con la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito – UNODC, donde se hizo presentación del proyecto por parte de la dirección del Proyecto.
4. **Acompañamiento Presencial a la Reunión en Puerto Leguizamo, Colombia:** Reunión convocada por el Ministerio de Minas y Energía, para el programa Escuela Minera, desarrollándose en el Municipio de Puerto Leguizamo (Departamento del Putumayo, Colombia) del 16 al 19 de septiembre del 2025, se hizo presencia y se participó del desarrollo temático sobre uso y consecuencias del Mercurio en las actividades mineras desarrolladas en el municipio.

5. **Reunión con Ministerio de Minas y Energía, Colombia:** Se realiza reunión el 07 de octubre de 2025 con el Grupo de Eliminación de Mercurio y Seguimiento al acuerdo de Minamata; se hace presentación del programa por WCS y se consolida articulación para compartir información y desarrollar avances en el cumplimiento del programa nacional de eliminación de Mercurio. Por parte del Ministerio hacen presentación del desarrollo y liquidación (2024) del proyecto PlanetGold (<https://www.planetgold.org/es/colombia>) financiado por la GEF y ejecutado por PNUD en los departamentos de Cauca, Chocó, Antioquia y Bolívar.
6. **Reunión con Asociación de Mineros de las Cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo – ASOMICUAP, Leticia, Colombia:** El día 15 de octubre de 2025, se asiste a la reunión con mineros la cual se había coordinado desde la reunión en Puerto Leguizamo. Los mineros antes de iniciar la reunión expresan que desafortunadamente han sucedido incidentes de seguridad en contra de ellos y exigen el NO diligenciamiento de registros de asistencia ni fotografías que impliquen sus rostros; se consulta telefónicamente con la supervisión y se accede a esas peticiones realizadas por el grupo de mineros. Se acuerda No realizar registros fotográficos y firmar una asistencia con iniciales, sin datos de contacto telefónico, con un correo general y señalando su país de nacimiento y/o permanencia. Los mineros después de conocer el enfoque del proyecto presentan interés total en el proceso de seguimiento y monitoreo de Mercurio en agua, sedimentos y peces; son conscientes de los efectos provocados y expresan que ellos tratan de reducir al máximo el uso de este. A continuación, se relata las voces de los mineros frente a particularidades del proyecto:

Conformación de ASOMICUAP: Los mineros expresan que son orgullosos de su organización y que hace años atrás participaban con sus directivos en reuniones mineras del sector con el acompañamiento institucional, Hoy, a razón de la estigmatización como aliados de grupos ilegales y la persecución de la fuerza pública hacia sus integrantes, dejaron de renovar su registro mercantil y obligaciones tributarias. Expresan que hay 57 mineros dueños de balsas, que se consideran integrantes de la asociación y que constantemente mantienen comunicación entre ellos. La mayoría se les conocen desde muchos años atrás y hacen alusión que sus miembros no pertenecen a grupos ilegales armados, que si bien son obligados a pagar extorsiones (en dinero o porcentaje del mineral) reconocen que no todas las balsas existentes en los ríos Caquetá y Putumayo son de ellos, hay dueños de balsas de origen peruano, brasilero y colombianos, también expresan que algunas de estas balsas y botes

comerciantes que circulan los ríos, sus dueños son personas vinculadas a grupos armados de la región.

Estimación de cantidades y uso del Mercurio: Los miembros de ASOMICUAP, informan que la técnica de recuperación y amalgamación con mercurio es una práctica aprendida en la época de los noventa, las distintas entidades mineras y ambientales de Colombia los visitaron en diversos años e incluso los elementos de recuperación y amalgamación con Mercurio en el proceso minero utilizado por ellos, fue entregado y además capacitados en su uso por parte de CORPOAMAZONIA como autoridad ambiental en el año 2004.

Hace años atrás, recibieron algunos elementos de mejoramiento tecnológico derivados de proyectos adelantados por la Gobernación del Putumayo y que algunos miembros los utilizan; reconocen también que aún vienen enterrando las arenas negras procesadas con mercurio en las márgenes del río y vierten los residuos líquidos (agua de la recuperación del mercurio en la retorta) al cauce del río. Al indagarse sobre qué cantidad de mercurio utilizan en su proceso, la mayoría de los mineros estiman que utilizan de 3 – 4 gramos por balde de recolección (lavada), generándose entre 2 y 3 lavadas por semana, según las zonas identificadas. Como dato adicional y el registro de asistencia con iniciales determina la presencia de 32 miembros dueños de balsas, lo cual nos estima un promedio de 336 grs de mercurio por semana en el proceso de los asistentes. Expresan su total interés en asistir a capacitaciones que se impartan sobre buenas prácticas mineras y nuevas tecnologías para eliminar el uso del mercurio.

Procesos de Formalización Minera: Este es uno de los temas de mayor interés de los mineros, son muy precisos y conocen los distintos procesos que ofrece la legislación colombiana para formalizar su actividad. Hacen un recuento de los distintos intentos que han radicado cronológicamente ante Minercol, Servicio Geológico y Agencia Nacional de Minería bajo las figuras de asociación y de manera particular, siempre sus solicitudes han sido rechazadas por distintos requerimientos.

Aplicación de Encuesta: Como una acción de la recolección de información primaria, WCS estableció y validó con la parte técnica del proyecto, una encuesta en línea, sobre la actividad minera, para esta ocasión y con la colaboración de los asistentes, se aplicó 32 encuestas, las cuales fueron debidamente cargadas a la plataforma de WCS.

7. **Reunión con el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, Leticia, Colombia:** El día 17 de octubre de 2025, se realiza un acercamiento con los funcionarios del instituto, siendo redirigido y atendido por Marcela a quien se le contextualiza sobre proyecto adelantado por WCS dirigido al manejo integral de cuenca del río Putumayo y la consultoría respecto al tema de los efectos contaminantes de la Minería. Se hace alusión de la Dra. Gladys Cardona quien desarrollo en 2023 la tesis doctoral sobre el contenido de mercurio y quien efectivamente había compartido parte de su investigación a WCS de manera virtual, por encontrarse en la ciudad de Bogotá desde donde labora.
8. **Reunión con Sociedad Zoológica de Frankfurt, Leticia, Colombia:** El día 17 de octubre de 2025, se realiza un acercamiento con el coordinador del Programa Paisaje Putumayo - Amazonas, siendo atendido por Diego a quien es participe dentro del grupo de Contaminación del Agua, del proyecto adelantado por WCS dirigido al manejo integral de cuenca del río Putumayo y conocedor de la consultoría respecto al tema de los efectos contaminantes de la Minería. Se comparte experiencias laborales afines al proyecto y como identificaron los distintos niveles de mercurio en los ecosistemas naturales así como en humanos aledaños a las zonas identificadas con minería y como sorpresivamente se dieron identificaciones positivas en niveles superiores a los permitidos en áreas donde no se desarrolla la minería, lo cual según su opinión particular, se podría derivar de las migraciones de peces sobre los ríos principales y afluentes, siendo consumidos por los habitantes.
9. **Reunión con Parques Nacionales Naturales de Colombia, Leticia, Colombia:** El día 17 de octubre de 2025, se realiza un acercamiento con los funcionarios de Parques Nacionales, siendo atendido por Alexander y Eliana, a quienes se le contextualiza sobre proyecto adelantado por WCS dirigido al manejo integral de cuenca del río Putumayo y la consultoría respecto al tema de los efectos contaminantes de la Minería en el uso de mercurio. Se comparte experiencias laborales afines al proyecto y como identificaron presencia de Minería en zonas de parques nacionales y en zonas de resguardos indígenas en el Departamento del Amazonas. Así mismo de las diferentes actuaciones institucionales adelantadas con la fuerza pública y de los programas de la sociedad civil que han participado y se han expresado en contra de la actividad minera en el Departamento.

10. **Reunión con Ministerio de Minas, Puerto Guzmán, Colombia:** El día 23 de octubre de 2025, se realiza acompañamiento a reunión previa invitación del Ministerio de Minas, como compromiso a los mineros del municipio y en respuesta a los operativos de la fuerza pública y solicitud de mesas de trabajo. Pese a no encontrarse el municipio dentro del área de influencia de la cuenca del río Putumayo, se acompañó a las instituciones y se participó en la procura de concientizar a la comunidad minera y en especial a los miembros de la Cooperativa de Mineros de Puerto Guzmán “La Huaca” quienes cuentan con una solicitud vigente de Área de Reserva Especial (ARE) con una extensión de 9.000 Ha para extracción de Oro y se encuentra en proceso de formalización; sobre uso negativo y las consecuencias del Mercurio en la actividad minera.
11. **Reunión con Mineros de las Cuencas de los ríos San Miguel y Putumayo – Zona Lago Agrio, Ecuador:** Los días 10 y 11 de enero de 2026, se asiste a la reunión con mineros la cual se había coordinado desde meses atrás. Los mineros expresan y exigen el NO diligenciamiento de registros de asistencia ni fotografías que impliquen sus rostros. Se acuerda No realizar registros fotográficos y firmar una asistencia con iniciales, sin datos de contacto telefónico, con un correo general y señalando su país de nacimiento y/o permanencia. Los mineros después de conocer el enfoque del proyecto presentan interés total en el proceso de seguimiento y monitoreo de Mercurio en agua, sedimentos y peces; son conscientes de los efectos provocados y expresan que ellos tratan de reducir al máximo el uso de este.

Estimación de cantidades, uso y ruta del Mercurio: Los mineros informan que su actividad no está ligada a la extracción sobre cauces de ríos como las balsas aguas abajo, desarrollan la actividad con utilización de retroexcavadoras y canales tipo Z con lavado y uso de motobombas; la recuperación y amalgamación con mercurio es utilizada sobre los finos recolectados al final del canal Z.

Al indagarse sobre qué cantidad de mercurio utilizan en su proceso, la mayoría de los mineros estiman que utilizan de 3 – 4 gramos por balde de recolección (lavada), generándose entre 2 y 3 lavadas por semana, según las zonas identificadas. Como dato adicional se identifica que el mercurio es ingresado desde el puerto de Guayaquil y llevado por vía terrestre hasta Lago Agrio (General Farfán, Ecuador) y de ahí se revende a ellos y a los mineros colombianos que trabajan en balsas, comercializándose en el puerto El Carmen

sobre el río Putumayo. Expresan su total interés en asistir a capacitaciones que se impartan sobre buenas prácticas mineras y nuevas tecnologías para eliminar el uso del mercurio.

Aplicación de Encuesta: Como una acción de la recolección de información primaria, WCS estableció y validó con la parte técnica del proyecto, una encuesta en línea, sobre la actividad minera, para esta ocasión y con la colaboración de los asistentes, se aplicó 27 encuestas, las cuales fueron debidamente cargadas a la plataforma de WCS.

12. **Reunión con la Autoridad Nacional del Agua – ANA, Iquitos, Perú:** El día 20 de enero de 2026, se realiza reunión con la directora territorial, Ericka Dávila a quien se le contextualiza sobre proyecto adelantado por WCS dirigido al manejo integral de cuenca del río Putumayo. Ella muestra interés en articular con el proyecto, el cronograma de actividades de monitoreo de la cuenca para brindar mayor eficiencia y no duplicar esfuerzos estatales.
13. **Reunión con la Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, El Estrecho, Perú:** El día 22 de enero de 2026, se realiza reunión con los gestores de los tambos Las Mercedes y El Estrecho, a quienes se les contextualiza sobre proyecto adelantado por WCS dirigido al manejo integral de cuenca del río Putumayo. Los representantes en territorio del Ministerio colocan a disposición toda la infraestructura de los 10 tambos a lo largo del río Putumayo como sitios de reunión y su intermediación como articuladores institucionales y comunitarios en sus áreas de localización.
14. **Reunión con Mineros de la cuenca del río Putumayo – Sector entre Soplín Vargas y El Álamo, Perú:** El día 22 de enero de 2026, se asiste a la reunión con mineros la cual se había coordinado desde un mes atrás. Los mineros antes de iniciar la reunión expresan y exigen el NO diligenciamiento de registros de asistencia ni fotografías que impliquen sus rostros. Se acuerda No realizar registros fotográficos y firmar una asistencia con iniciales, sin datos de contacto telefónico, con un correo general y señalando su país de nacimiento y/o permanencia. Los mineros después de conocer el enfoque del proyecto presentan interés total en el proceso de seguimiento y monitoreo de Mercurio en agua, sedimentos y peces; son conscientes de los efectos provocados y expresan que ellos tratan de reducir al máximo el uso de este.

Estimación de Cantidades y uso del Mercurio: Los mineros son miembros filiales de ASOMICUAP, los cuales aplican exactamente la técnica de recuperación y amalgamación con mercurio.

Reconocen también que aún vienen enterrando las arenas negras procesadas con mercurio en las márgenes del río y vierten los residuos líquidos (agua de la recuperación del mercurio en la retorta) al cauce del río. Al indagarse sobre qué cantidad de mercurio utilizan en su proceso, la mayoría de los mineros estiman que utilizan de 3 – 4 gramos por balde de recolección (lavada), generándose entre 2 y 3 lavadas por semana. Expresan su total interés en asistir a capacitaciones que se impartan sobre buenas prácticas mineras y nuevas tecnologías para eliminar el uso del mercurio.

Procesos de Formalización Minera: De acuerdo con la normativa minera peruana, no existen procesos de formalización y de acuerdo a los lineamientos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) toda máquina y/o equipo que ingrese a cauce de ríos con fines extractivistas son ilegales.

Aplicación de Encuesta: Como una acción de la recolección de información primaria, WCS estableció y valido con la parte técnica del proyecto, una encuesta en línea, sobre la actividad minera, para esta ocasión y con la colaboración de los asistentes, se aplicó 11 encuestas, las cuales fueron debidamente cargadas a la plataforma de WCS.

15. **Estructuración del Documento a Entregar:** Con la información bibliográfica reunida y la información compartida en los espacios participados, se procedió a estructurar y conformar el presente informe, considerando que, con la información reunida y presentada en este entregable, se cumple con un 50% de lo requerido contractualmente.

Atentamente,



MANUEL HOYDEN GONZALEZ OSSA
Ingeniero de Minas

Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo	17
1. Introducción	20
1.1. Contexto Geográfico y Socioeconómico de la Cuenca del Río Putumayo	20
1.2. Objetivos y Estructura del Informe	21
1.3. Definición de la Minería de Oro Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE).....	21
1.3.1 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad colombiana.....	22
1.3.2 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad ecuatoriana	24
1.3.3 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad peruana.....	26
1.3.4 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad brasilera	27
1.4. Actividades mineras en el Sector Andino o Cuenca Alta del Rio Putumayo.....	29
1.5. Actividades Mineras en el Sector Medio de la Cuenca del Rio Putumayo o Piedemonte Amazónico	6
1.6. Actividades Mineras en la Cuenca Baja del rio Putumayo o Llanura amazónica 11	
1.6.1 Dragas o Dragones	12
1.6.2 Balsas o Minidragas	15
1.7. Valoración de Impactos Ambientales generados por la Minería Artesanal y Pequeña Escala en el rio Putumayo.....	18
1.7.1 Método para evaluación de los impactos ambientales en la Actividad de Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE)	19
1.7.2 Rangos de la Valoración Ambiental Cuantitativa	21
1.7.3 Descriptores Transversales de las Evaluaciones Ambientales consultadas ¡Error! Marcador no definido.	
1.7.3.1 Impactos Ecológicos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.7.3.2 Impactos Sociales	¡Error! Marcador no definido.
1.7.3.3 Impactos Económicos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.7.4 Resultados del Análisis de las Evaluaciones Ambientales.....	22
1.7.5 Resultados Gráficos de la Evaluación Ambiental por Componentes.....	¡Error! Marcador no definido.
1.8. Cualificación de los impactos ambientales por uso de mercurio en la Minería	

Artesanal y Pequeña Escala – MAPE	4
1.8.1 Factores que inciden en las emisiones y liberaciones de Mercurio.....	4
1.8.1.1 Tecnología utilizada.....	4
1.8.1.2 Técnica utilizada.....	4
1.8.1.3 Falta de conocimiento de los mineros.....	4
1.8.2 Emisiones a la atmósfera y liberaciones al agua y al suelo de mercurio producidas por la MAPE.....	5
1.8.2.1 Liberaciones sólidas	5
1.8.2.2 Liberaciones líquidas	6
1.8.2.3 Emisiones gaseosas.....	7
1.8.3 Ejercicios realizados para cálculo de Emisiones de Mercurio basados en producción aurífera de pequeña escala.....	9
1.9. Iniciativas para la Sensibilización y procura de la Formalización Minera para la Reducción del Mercurio por Colombia en el río Putumayo	10
1.9.1 Tratado Fronterizo Colombia – Perú, Salomón - Lozano (Firmado en 1922 y ratificado por las dos repúblicas en 1928)	13
1.9.2 Georeferenciación Minera al sistema Nacional.....	14
1.9.3 Zonas de exclusión	15
1.10. Aplicación de Encuesta Validada por WCS a los mineros del Río Putumayo ...	16
1.10.1 Caracterización Demográfica de la Población Minera en la Cuenca Putumayo- Içá	16
1.10.1.1 Análisis de la Estructura Poblacional	17
1.10.1.2 Dinámicas Etarias y Relevo Generacional	17
1.10.1.3 Conclusión.....	17
1.10.2.1 Brechas Educativas y Retos de Formación.....	18
1.10.2.2 Diversidad e Identidad Cultural	19
1.10.2.3 Conclusión.....	19
1.10.3.1 La Huella del Mercurio y la Tecnología Extractiva.....	20
1.10.3.2 Vulnerabilidad Hídrica y Epidemiológica	21
1.10.3.3 Conclusión.....	21
2 El Ciclo del Mercurio en el Ecosistema Amazónico.....	23
2.1 Fuentes de Emisión y Liberación de Mercurio Natural.....	23
2.1.1 Estudio Caso Quebrada La Tosoy – Municipio de Mocoa, Departamento del Putumayo.....	24
2.1.1.1 Ficha Técnica del Documento	24
2.1.1.2 Resumen ejecutivo	24
2.1.1.3 Contexto geológico y zona de estudio	¡Error! Marcador no definido.

2.1.1.3.1	Localización y Características Fisiográficas	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.3.2	Marco Geológico.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.3.3	Metodología.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.4	Resultados: geoquímica de aguas superficiales	25
2.1.1.5	Resultados: caracterización litológica y mineralógica (Pozo MD043).....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.5.1	Segmento A (110 m – 674 m)	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.5.2	Segmento B (1.138 m – 1.220 m)	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1.6	Predicción de drenaje ácido (DAR).....	25
2.1.1.6.1	Índice ARDI (Acid Rock Drainage Index)	26
2.1.1.6.2	Balances Ácido-Base (ABA)	26
2.1.1.7	Geoquímica de roca total y elementos peligrosos.....	26
2.1.1.7.1	Elementos Enriquecidos (Factores de Enriquecimiento > 1)	26
2.1.1.7.2	Elementos Empobrecidos o Normales	26
2.1.1.8	Discusión de impactos potenciales	27
2.1.1.9	Conclusiones	27
2.2	Fuentes de Emisión y Liberación de Mercurio Por Actividades Antropogénicas - MINERIA	28
2.2.	Procesos de Metilación y Biomagnificación en la Red Trófica	29
2.3.	Dinámica del Mercurio en Cuerpos de Agua	31
3	Resultados por Contaminación por Mercurio en Agua, Sedimentos, Fauna y Poblaciones Humanas.....	33
3.1.	Niveles de Contaminación en Agua y Sedimentos	33
3.2.	Bioacumulación en Especies Ícticas de Interés Económico y Alimentario	35
3.3.	Impacto del Mercurio en la Salud Humana	36
3.3.1.	Evaluación de Riesgo para Poblaciones Vulnerables	37
3.4.	Afectación a la Flora y la Integridad Ecosistémica	38
4	Marco Legal, Normativo y de Gobernanza en los Países de la Cuenca ..	40
4.1.	Análisis Comparativo del Marco Legal Nacional	40
4.1.1.	Legislación Colombiana, Avances y Desafíos en la Aplicación.....	40
4.1.2.	Legislación Ecuatoriana, Planes de Acción y Entidades de Control.....	41
4.1.3.	Legislación Peruana, Proyectos Legislativos y Controversias	41
4.1.4.	Legislación Brasileira, Convenio de Minamata y Esfuerzos de Fiscalización.....	42
4.2.	Instrumentos y Acuerdos de Cooperación Regional	44
4.2.1.	El Convenio de Minamata sobre el Mercurio	44

4.2.2. La Decisión 844 de la Comunidad Andina y Otros Mecanismos de Diálogo	44
4.3. Brechas en la Implementación de Políticas Públicas	45
5 Metodologías de Muestreo y Análisis para la Calidad del Agua	46
5.1. Protocolos Nacionales y Regionales de Muestreo de Campo.....	46
5.2. Técnicas de Laboratorio para la Cuantificación de Mercurio Total y Metilmercurio	47
5.3. Estándares y Parámetros de Calidad del Agua (ECA): Comparativa entre la OMS y la Normativa Nacional	47
6 Conclusiones y Recomendaciones	50
6.1. Síntesis de Hallazgos y Puntos Críticos	50
6.2. Recomendaciones Estratégicas y de Política Pública.....	51
6.3. Recomendaciones para el Monitoreo y la Cooperación Transfronteriza	51
7 Referencias Bibliográficas	53

Resumen Ejecutivo

Este informe presenta un análisis del estado de la contaminación por mercurio en la cuenca del río Putumayo, siendo una de las principales arterias fluviales de la Amazonía, compartida por Ecuador, Colombia, Perú y Brasil; contaminación, impulsada principalmente por la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE), ha generado una crisis ambiental y de salud pública de dimensiones transfronterizas.

La investigación revela que el mercurio liberado por la MAPE contamina de manera sistémica el ecosistema. Si bien en los estudios anteriores de agua a menudo muestran concentraciones bajas, la verdadera amenaza reside en el mercurio que se deposita en los sedimentos y se transforma en metilmercurio. Este compuesto orgánico y altamente tóxico asciende en la cadena trófica a través de la biomagnificación, alcanzando niveles peligrosos en peces depredadores, que son la principal fuente de alimentación para las comunidades locales.

Dentro de los datos de mayor alarma, están los resultados de los estudios en el Bajo Putumayo peruano han encontrado que el 83% de las personas evaluadas presentan niveles de mercurio de riesgo alto para la salud, con concentraciones en el cabello de habitantes amazónicos hasta 150 veces superiores a los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Respecto a las metodologías de muestreo, se identifica una brecha significativa en la estandarización y armonización de protocolos entre los países de la cuenca. La ausencia de un sistema de monitoreo regional unificado impide una evaluación integral y coherente del problema. La simple comparación de los niveles de mercurio en el agua con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) es insuficiente para capturar el riesgo real, dada la alta bioacumulación en los peces y en el cuerpo humano.

A nivel de gobernanza, el análisis comparativo muestra una desconexión crítica entre la legislación robusta y su aplicación. Países como Colombia y Ecuador han implementado prohibiciones del uso de mercurio en la minería (desde 2018 y 2015, respectivamente) y han ratificado el Convenio de Minamata. Sin embargo, la persistencia de la minería ilegal, controlada por redes criminales y con una escasa presencia estatal en la cuenca del río, socava estos esfuerzos. En contraste, en Perú, la situación se complica por la existencia de proyectos de ley que, bajo el

pretexto de la formalización, podrían legalizar prácticas mineras aluviales que utilizan mercurio, debilitando los controles ambientales y los derechos territoriales indígenas.

Respecto a Brasil, este país ha implementado una serie de leyes y políticas para combatir la minería ilegal, su Constitución reconoce los derechos de los pueblos indígenas sobre sus tierras y establece que los recursos minerales en estas áreas pertenecen a la Unión. La minería en tierras indígenas solo puede ser autorizada por el Congreso Nacional bajo condiciones específicas, y la ley prohíbe explícitamente la minería a pequeña escala (garimpo) en estos territorios. Sin embargo, la aplicación de estas leyes enfrenta serias dificultades.

La gobernanza en Brasil se caracteriza por una brecha significativa entre la legislación robusta y la capacidad de las autoridades para hacerla cumplir. Al igual que en los ejemplos de Colombia y Ecuador, la minería ilegal de oro en Brasil, a menudo utilizando mercurio, está controlada por redes criminales que operan con impunidad en zonas remotas, como la Tierra Indígena Yanomami. La vasta extensión del territorio, la escasez de personal y recursos para la vigilancia, y la corrupción en algunos niveles de gobierno, debilitan la fiscalización y permiten que esta actividad destructiva persista.

Además, en los últimos años, ha habido una creciente presión política para flexibilizar la legislación ambiental y minera. Se han presentado proyectos de ley que buscan legalizar la minería aluvial y facilitar la explotación de recursos en tierras indígenas, similar a la situación en Perú. Esto ha generado una gran preocupación entre ambientalistas, científicos y líderes indígenas, quienes advierten que tales medidas podrían tener consecuencias devastadoras para el ecosistema amazónico y los derechos territoriales.

En resumen, aunque los cuatro países cuentan con marcos legales sólidos para la protección ambiental y de los territorios indígenas, la falta de aplicación efectiva, la falta de presencia estatal y las presiones políticas para debilitar estas normativas constituyen los principales riesgos en la lucha contra la minería ilegal.

Se concluye que la crisis del mercurio en la cuenca del Putumayo es un problema de seguridad hídrica, alimentaria, de salud pública y de justicia ambiental. Para abordarlo de manera efectiva, se recomienda acciones estratégicas de cooperación transfronteriza que incluyan la armonización de metodologías de monitoreo, el fortalecimiento de la gobernanza, la promoción de alternativas económicas

sostenibles y la implementación de una estrategia de salud pública que aborde directamente la exposición en las poblaciones vulnerables.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto Geográfico y Socioeconómico de la cuenca del Río Putumayo - Içá

El río Putumayo, conocido como Içá en Brasil, es un afluente principal del río Amazonas, que se extiende por aproximadamente 1,600 km a través del corazón de la selva amazónica.¹ Su curso define fronteras naturales y culturales, sirviendo como un corredor vital que conecta las comunidades de Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. La cuenca de este río es un ecosistema de alta biodiversidad y un espacio de gran relevancia cultural, habitado por numerosos pueblos indígenas y comunidades ribereñas que han dependido históricamente de sus recursos para su subsistencia.² Para estas comunidades, la vida está intrínsecamente ligada al río y al bosque circundante. La pesca es la principal fuente de proteína, y la agricultura de subsistencia depende de los suelos fértiles de las riberas. La relación de los pueblos indígenas con el agua es profunda y ancestral, y la preservación del ecosistema es fundamental para su autonomía y supervivencia.³



Figura 1.1 Cuenca Río Putumayo. Fuente: Museo Field de Historia Natural de Chicago

¹ iwlearn.net. (n.d.). The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

² whoi.edu. (n.d.). Gold Mining's Toxic Legacy: Mercury

³ infoamazonia.org. (2023, February 22). Cuatro países quieren unirse para cuidar el río Putumayo

1.2. Objetivos y Estructura del Informe

El presente documento aborda la presencia dinámica biogeoquímica del mercurio presente en la cuenca del río Putumayo - Içá, las respuestas de gobernanza territorial y las técnicas de monitoreo realizadas por los cuatro países; con el objetivo de ofrecer una visión integral y multidisciplinaria de la crisis silenciosa y activa que viene envenenando los ecosistemas y comunidades. Específicamente, el informe se ha estructurado para:

1. Determinar y presentar los principales actores que generan contaminación con Mercurio en la cuenca del río Putumayo – Içá.
2. Dar a conocer los distintos estudios realizados por los países sobre el estado actual de la contaminación por mercurio en agua, sedimentos, flora, fauna y poblaciones humanas en la cuenca.
3. Analizar y comparar los marcos legales y normativos de los países que comparten la cuenca: Ecuador, Colombia, Perú y Brasil.
4. Describir y contrastar las metodologías de muestreo de calidad de agua utilizadas en la región.

1.3. Definición de la Minería de Oro Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE)

Los términos de minería artesanal y de pequeña minería o minería de pequeña escala no tienen actualmente una definición única, ni a nivel nacional ni a nivel internacional; se utilizan para éstos diferentes definiciones dependiendo del país y/o del medio en el cual se utilicen.⁴ La actividad de extracción de oro en la cuenca del río Putumayo - Içá ha evolucionado desde una práctica artesanal de subsistencia en sus inicios (años 80 y 90) a una industria de alto impacto, controlada por grupos armados y redes criminales (años 90 en adelante)⁵. Esta transformación ha traído consigo una crisis social y ambiental severa, caracterizada por el aumento de la deforestación por demanda de insumos y creación de centros de operaciones, la alteración de los ecosistemas fluviales por bioacumulación en flora y fauna, así como la presencia de contaminación por mercurio en comunidades riverenas⁶. La minería de oro, para la cual se remueven toneladas de tierra para obtener un solo gramo del mineral, ha devastado grandes áreas de selva tropical, alterando los

⁴ Ministerio del Ambiente Colombia. Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala

⁵ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis.

⁶ FSZ. 2025. Análisis sobre contaminación por mercurio en peces de consumo de la Amazonía colombiana

cursos de los ríos y degradando la calidad del agua⁷. Es necesario diferenciar los distintos conceptos técnicos y jurídicos de Minería Artesanal y Pequeña Minería según el marco normativo de los cuatro países integradores de la cuenca del río Putumayo - Içá y su vez los métodos de aprovechamiento aurífero utilizados a lo largo de la cuenca desde su nacimiento (Zona Andina Colombiana) hasta su desembocadura (Zona de Llanura Amazónica en Brasil), que se aplican de acuerdo con las particularidades regiones geológicas y morfológicas del trayecto del cauce y las diferencias culturales de sus habitantes que se describen a continuación:

1.3.1 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad Colombiana

A partir de la entrada en vigencia de la Ley 685 de 2012, se adoptó en el País un nuevo Código de minas, en el cual no se incluyó la clasificación de los proyectos mineros por tanto en la actualidad el término minería de pequeña escala o pequeña minería corresponde más a una apreciación de tamaño y organización de la explotación minera que a una clasificación válida en el ordenamiento minero nacional.

En Colombia la **Minería Artesanal o de Subsistencia** se considera como la extracción la llevan a cabo grupos de individuos en áreas de explotación tradicional y hoy en día también en áreas inexploradas, a las cuales por su ubicación geográfica y/o por los conflictos sociales no se había podido acceder en el pasado⁸.

- Regulación: La Resolución 40103 de 2017 (y sus actualizaciones) define las cantidades máximas permitidas por tipo de mineral y por minero.
- Restricciones: La minería de subsistencia no puede realizar actividades subterráneas ni usar maquinaria pesada, limitándose a métodos manuales.
- Control: El cumplimiento de estos volúmenes es verificado por la Agencia Nacional de Minería (ANM) para la comercialización.

Aun cuando la minería artesanal es estigmatizada por muchos, posee también ventajas comparativas con otro tipo de explotaciones, como el no requerir grandes volúmenes de reservas minerales, dando inicio rápidamente a las operaciones en áreas específicas y generando ingresos a muy corto plazo para los explotadores; permite a su vez una fácil y masiva participación de mano de obra de la región

⁷ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis.

⁸ Ministerio del Ambiente de Colombia. Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala

generando empleo, aunque no con buenas condiciones laborales. Colombia vive un auge sin precedentes en este tipo de minería aurífera y se observa el remplazo de mano de obra de zonas de antiguos cultivos ilícitos, ya que algunos de los cultivadores y “raspachines” son hoy mineros, generalmente artesanales.⁹

Si la minería artesanal muestra algunas fortalezas y bondades, sus debilidades son también evidentes; al ser una actividad típica de subsistencia lleva consigo la generación de bajos márgenes de ganancia para el minero, que no permite inversión en tecnología ni mejoramiento de la calidad de vida del trabajador. Muchas veces en este tipo de minería se realizan prácticas ambientales inaceptables que conllevan al deterioro ambiental del entorno, al agotamiento de los recursos minerales y al abandono prematuro de los yacimientos; de otro lado, son frecuentes las condiciones inseguras de trabajo y la falta de seguridad social para los mineros, hechos que por lo general conducen a Estados críticos de pobreza para los trabajadores que ya terminaron su vida productiva; la baja escolaridad de los mineros artesanales promueve que por tradición las nuevas generaciones sigan ese mismo rol y no se mejoren las condiciones laborales en los sitios de trabajo.¹⁰

El Código de Minas (Ley 685 de 2001) y las leyes que lo modifican y/o complementan, no definen la minería por tamaños; solamente en el Artículo 30 de la Ley 1382 del 9 Febrero 2010 "Por el cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas" se menciona que “En los departamentos contemplados en el Artículo 309 de la Constitución Nacional y en el Chocó, donde existe la pequeña minería, mediante el método de mini dragas de motores hasta de 60 caballos de fuerza, el Estado les dará especial protección para la continuidad en el ejercicio de ésta tarea y tendrá un plazo de hasta dos (2) años contados a partir de la vigencia de la presente Ley, para legalizar dicha actividad”. Si una draga de succión de 60 Hp está en capacidad de mover 40 m³ /hora de materiales aluviales, entonces en la explotación de un lecho aluvial durante un año de trabajo con un equipo de estas características se podría realizar una remoción de mineral entre 200.000 m³ y 400.000 m³, cifras que no son despreciables; de otro lado, en minería de depósitos primarios o filonianos no se encuentra mucha referencia al respecto.

Para efectos del alcance y entendimiento jurídico, El ministerio de Minas como el de Ambiente, adoptan la siguiente definición: Se denomina “minería de pequeña escala o pequeña minería”, al rango inmediatamente superior a la minería artesanal; en

⁹ Ministerio del Ambiente de Colombia. Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala

¹⁰ Ministerio del Ambiente de Colombia. Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala

este tipo de explotación y beneficio de minerales auríferos se observa una evolución del minero en las técnicas y las tecnologías aplicadas, en la inversión de capital, en la integración de explotaciones y en la necesidad de contar con licenciamiento tanto minero como ambiental.¹¹

Tabla 1.1 Volúmenes máximos de producción mensual y anual para la minería de subsistencia – Res 40103 de 2017

MINERAL Y/O MATERIALES	VALOR PROMEDIO MENSUAL	VALOR MAXIMO DE PRODUCCIÓN ANUAL
Metales Preciosos (Oro, Plata, Platino)	35 gramos (g)	420 gramos (g)
Arenas y gravas de río (destinados a la industria de la construcción)	120 metros cúbicos (m3)	1440 metros cúbicos (m3)
Arcillas	80 toneladas (ton)	960 toneladas (ton)
Piedra Esmeraldas	50 quilates	600 quilates
Preciosas Morrallas	1.000 quilates	1.2000 quilates
Piedras Semipreciosas	1.000 quilates	1.2000 quilates

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Colombia, 2025

1.3.2 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad Ecuatoriana

La definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería en Ecuador se establece principalmente en la Ley de Minería y el Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal. Estas definiciones se basan en criterios de subsistencia, capacidad de producción, área de trabajo y tecnología utilizada.

La Minería Artesanal está orientada a la subsistencia y se distingue por su escala y uso de tecnología. Según la Ley de Minería (Art. 134): La denominación de "minería artesanal" comprende y se aplica a las unidades económicas populares, los emprendimientos unipersonales, familiares y domésticos que realicen labores mineras. Según el Reglamento del Régimen Especial (Art. 18): Se considera minería artesanal aquella que se realiza mediante el trabajo individual, familiar o asociativo de quien efectúa labores mineras en áreas libres, única y exclusivamente como medio de sustento.

¹¹ Ministerio del Ambiente de Colombia. Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala

Sus Criterios de Valoración son:

- Finalidad: Medio de sustento (subsistencia).
- Organización: Trabajo individual, familiar, doméstico o asociativo.
- Tecnología: Caracterizada por la utilización de maquinarias y equipos con capacidades limitadas de carga y producción, de conformidad con el instructivo aprobado por la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM).
- Régimen Especial: Esta actividad, por su naturaleza especial de subsistencia, no está sujeta al pago de regalías ni de patentes (Art. 19 del Reglamento).
- Áreas de Trabajo: Debe realizarse en áreas libres (que no estén dentro de una concesión minera).

La Pequeña Minería es una actividad comercial regulada que se clasifica mediante la aplicación de parámetros técnicos y económicos más amplios que los de la artesanal. Según la Ley de Minería (Art. 138): Se considera pequeña minería aquella que, debido a las características y condiciones geológico-mineras de los yacimientos, así como de sus parámetros técnicos y económicos, se hace viable su explotación.

Sus Criterios de Valoración son:

- Área de la concesión.
- Volumen de producción y procesamiento: capacidad instalada de explotación y beneficio/procesamiento.
- Monto de inversiones.
- Condiciones tecnológicas: Estos parámetros son definidos en el Reglamento General de la Ley de Minería y la normativa específica emitida por la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) o la autoridad sectorial. A modo de ejemplo (las cifras exactas deben revisarse en el instructivo vigente de la ARCOM, ya que varían):
- Producción (Límites Máximos Aproximados): Tradicionalmente, la pequeña minería tiene límites de producción que la separan de la mediana y gran minería (ej. en el caso de la minería metálica subterránea, puede haber un límite máximo diario de toneladas, el cual es significativamente superior al de la artesanal).
- Concesión: Requiere un Título Minero (Concesión Minera) otorgado por el Estado. La Pequeña Minería está sujeta al pago de patentes y regalías (a

diferencia de la artesanal) y puede ser desarrollada por personas naturales, cooperativas o empresas.

1.3.3 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad Peruana

La clasificación de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal en el Perú se basa en la Ley N° 27651 (Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal), la cual establece criterios técnicos y económicos muy claros, principalmente relacionados con la extensión del área de la concesión y la capacidad instalada de producción.

El Pequeño Productor Minero (PPM) es el titular de una actividad minera que cumple simultáneamente con límites específicos de área y capacidad de producción, según lo establecido en el Art. 91 de la Ley 27651 (y sus modificaciones):

- Extensión de la Concesión: área máxima, hasta 2.000 Ha, con excepción para los minerales no metálicos, no se considera el límite de extensión de área (Art. 21 de la Ley 27651).
- Capacidad de Producción: Su volumen máximo es hasta 350 toneladas métricas por día (TMD) de material removido y/o extraído, en el caso de sustancias metálicas. Para minerales no metálicos, el límite es hasta 10 TMD.

La actividad del PPM está orientada a la extracción y recuperación de sustancias metálicas y no metálicas del suelo y subsuelo, y su objetivo es maximizar ingresos, aunque su operación y gestión son de menor escala que la mediana y gran minería.

El Productor Minero Artesanal (PMA) se diferencia del PPM por tener límites aún más estrictos y por su enfoque en la subsistencia, aunque ambos buscan la formalización:

- Extensión de la Concesión: área máxima, hasta 1.000 Ha.
- Capacidad de Producción: Su volumen máximo es hasta 25 toneladas métricas por día (TMD) de material removido y/o extraído.

Sus Criterios de Valoración son:

- Finalidad: Es una actividad que busca maximizar ingresos de subsistencia.
- Organización: Se sustenta en la utilización intensiva de mano de obra, lo que la convierte en una fuente importante de empleo en sus áreas de influencia (Art. 2 de la Ley 27651).

- Tecnología: Tradicionalmente se asocia con el uso de instrumentos rudimentarios o maquinaria simple y portátil. Es importante señalar que tanto la Pequeña Minería como la Minería Artesanal están inmersas en el Registro Integral de Formalización Minera (REINFO), un proceso temporal y excepcional creado para facilitar su incorporación a la legalidad.

1.3.4 Definición de Minería Artesanal y Pequeña Minería desde la normatividad Brasileira

La normativa brasileira no utiliza directamente los términos "Minería Artesanal" y "Pequeña Minería" con las clasificaciones por tonelaje y área que se encuentran en otros países de la región. En su lugar, el derecho minero brasileño utiliza el concepto de "Garimpo" (minería de extracción) para referirse a la actividad realizada por los mineros artesanales y de pequeña escala, y la regula bajo un régimen especial denominado Permiso de Extracción Minera o "Permissão de Lavra Garimpeira" (PLG).

Su Base Normativa Principal se basa en:

- Constitución Federal de 1988 (Art. 174): Determina que la Ley deberá favorecer la organización de la actividad en cooperativas, compatible con la protección del medio ambiente y la promoción socioeconómica de los *garimpeiros*.
- Ley N° 7.805 de 1989 (Crea el Régimen de PLG): Establece el régimen especial de Permissão de Lavra Garimpeira (PLG) como la figura legal para la explotación de yacimientos por *garimpeiros*.

Definición del Régimen de Garimpo (PLG)

El régimen de Permissão de Lavra Garimpeira (PLG) se define como:

- Aprovechamiento Inmediato: Explotación de un yacimiento mineral que, por su naturaleza, dimensión, localización y utilización económica, puede ser extraído independientemente de trabajos previos de investigación.
- Sustancias Garimpables: Se aplica a la extracción de sustancias minerales específicas llamadas "garimpáveis" (garimpables).

Parámetros Técnicos y Jurídicos: La ley brasileira establece parámetros específicos para la actividad bajo el régimen de PLG, que la diferencian de la minería de mediana y gran escala:

- a. Titularidad y Organización: La PLG puede ser otorgada a un brasileño (persona física) o, preferentemente, a una cooperativa de *garimpeiros* (autorizada a funcionar como empresa minera).
- b. Límites de Área: El área permitida para la extracción (PLG) no puede exceder las 50 hectáreas, salvo cuando se otorga a una cooperativa de *garimpeiros*. En el caso de las cooperativas, la extensión puede ser mayor, lo que promueve la asociatividad.
- c. Tecnología y Producción (Contexto Histórico): Históricamente, el *garimpo* en el Código de Minería de 1967 se entendía como el trabajo individual con instrumentos rudimentarios (pico y batea) o máquinas simples y portátiles. Aunque la legislación actual permite un cierto grado de mecanización, la principal característica del *garimpo* sigue siendo la baja escala y su fuerte impacto socioeconómico como generador de empleo para personas con baja cualificación.
- d. Vigencia: La PLG tiene una vigencia de hasta cinco (5) años, renovable sucesivamente.

El gobierno federal de Brasil, reconociendo la importancia del sector, ha creado el Programa de Apoyo al Desarrollo de la Minería Artesanal y en Pequeña Escala (Pró-MAPE) (instituido por decreto), buscando fortalecer y formalizar estas actividades, estimulando mejores prácticas socioambientales y facilitando su desarrollo sostenible, especialmente en la Amazonía Legal.

Tabla 1.2 comparativa normatividad en Colombia, Brasil, Perú y Ecuador en relación a la MAPE

Área	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
Regulación minería artesanal y pequeña escala	Ley 685 de 2001 - Código de minas Reconoce la minería de pequeña escala, Exige títulos mineros y licencias ambientales.	Código de Minería Decreto- Ley N° 227, de 1967 Regula los derechos mineros, la concesión minera (explotación), y establece que los recursos minerales son de propiedad de del estado.	Ley N.º 27651 Establece el marco legal para la pequeña minería y minería artesanal. Para inscribirse, se debe cumplir con requisitos como poseer hasta 2,000 hectáreas y una capacidad de producción no mayor a 350 toneladas diarias, para luego presentar la solicitud de calificación y obtener una constancia de dos años.	Ley de Minería (Ley N° 45, de 2009) Establece las bases para la actividad minera, incluyendo la minería artesanal y de pequeña escala.
	Decreto 933 de 2013 Regula la formalización minera, con enfoque en minería de subsistencia.	Ley 11.685 de 2018 Instituyó el Estatuto del Garimpeiro, que regula la minería artesanal y a pequeña escala.	La ley 32213 2025 Regula el proceso de formalización de la minería artesanal y pequeña minería (MAPA), otorgando al Ministerio de Energía y Minas (MINEM) la rectoría del proceso y estableciendo un plazo límite para la inscripción hasta el 31 de diciembre de 2025.	Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal (2009) Define los procedimientos específicos y requisitos para el desarrollo de estas actividades.

Planes de Desarrollo Nacional (2018-2022 y 2022-2026) Prioriza la formalización de los mineros	Ley 7805 de 2018 Introdujo el régimen de permiso de lavra garimpeira (PLG), que permitió la explotación inmediata sin necesidad de estudios previos	Decreto legislativo 1293 de 2016 Crea el registro integral de formalización minera y se simplifican procesos administrativos. Busca formalizar a mineros artesanales y de pequeña escala.	Reglamento General a la Ley de Minería (2009) Desarrolla los procedimientos y requisitos para la aplicación de la ley, incluyendo las autorizaciones para mineros artesanales.
Política de Formalización Minera (2014, MinMinas) Tiene como objetivo integrar a la pequeña y mediana minería a la economía formal, promoviendo prácticas sostenibles, ambientales y socialmente responsables, y con énfasis en la eliminación del mercurio y la mejora de las condiciones laborales.	Ordenanza DNP No 155 de 2016 Establece máximos de extensión de área dependiendo del tipo de mineral. En el caso de minerales garimpeables, el área permitida puede llegar hasta 50 hectáreas; pero para cooperativas de garimpeiros en la Amazonía legal, puede llegar hasta 10.000 hectáreas.	En 2025, el catastro minero se reabrió de manera gradual tras un cierre de varios años, lo que incluye la posibilidad de nuevas concesiones para la pequeña minería no metálica	Decreto N° 120 — Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal (2009) Establece normativa específica para aplicar la Ley de Minería en lo que respecta al régimen especial.

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
	Ley 2250 de 2022 Estableció un marco jurídico especial, y busca reducir barreras para los mineros informales a través de la simplificación de requisitos y el acompañamiento territorial por parte de la Agencia Nacional de Minería (ANM).			Acuerdo 440 (2013) Procedimiento para que mineros artesanales pasen al régimen especial de pequeña minería. Requisitos como tener permisos artesanales, acumulación de áreas, informes favorables de autoridades ambientales, agua, patrimonio etc
	Resolución 40005 de enero de 2024 Establece la ruta de formalización de la pequeña minería y la regularización de la mediana minería			Ley Orgánica de Transparencia Social (2025) Esta ley, publicada en agosto de 2025, introdujo modificaciones sustanciales a la Ley de Minería, afectando cómo se otorgan, mantienen y fiscalizan las concesiones.
	Resolución ANM 696 de octubre de 2024 Flexibiliza la capacidad económica y los requisitos financieros para la pequeña minería, entre otras medidas que buscan eliminar barreras para los mineros informales.			Acuerdo Ministerial No. 002 Contiene “las disposiciones para el uso de maquinaria y equipo pesado en la actividad minera

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
	Ley 141 de 1994 Se propone legalizar a los mineros de hecho			
	Ley 1450 de 2011 Limita el uso de dragas y retroexcavadoras sin tener licencia ambiental			
	Decreto 276 de 2015 Reglamenta el Registro Único de Comercializadores de Minerales (RUCOM), administrado por la Agencia Nacional de Minería (ANM), para dar transparencia a la comercialización de minerales. Establece la obligatoriedad de inscribirse en el RUCOM para comercializadores, plantas de beneficio y casas de compraventa de oro y otros minerales, define los requisitos para la inscripción y el transporte de minerales			

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
	Resolución 40195 Promueve la asistencia técnica para que los mineros se formalicen y alcancen ciertos estándares			
	Decreto 480 de 2015 Reglamenta las condiciones y requisitos para la celebración y ejecución de los subcontratos de formalización minera en el marco del proceso de formalización minera.			
	Decreto 1378 de 2020 Se adiciona el Decreto Único Reglamentario No 1073 de 2015, respecto a los requisitos diferenciales para el otorgamiento de contratos de concesión a mineros de pequeña escala y beneficiarios de devolución de áreas".			

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
Minería Ilegal	Ley 2111 de 2021 (Delitos Ambientales) Introduce penas de prisión y multas elevadas para quienes realicen explotación ilícita de minerales, especialmente si se usurpan o apropian baldíos de la Nación	Fallo del Supremo Tribunal Federal (STF) de Brasil- 2025 Busca dificultar la comercialización de oro extraído ilegalmente, principalmente de la Amazonia, al obligar a los compradores a asegurarse de que el metal no provenga de actividades ilícitas.	Ley 29815 de 2011 Regulación del uso y ocupación del territorio asignado a la minería ilegal. Ministerio del Ambiente Establecimiento de zonas de exclusión minera, suspensión del otorgamiento de concesiones en esas zonas, regulación del uso de dragas u otros artefactos mineros, y otras medidas conexas.	Acuerdo Ministerial 202-0018-AM / Resolución ARCOM 2025-0029-R Reapertura del Catastro Minero para pequeña minería no metálica. Permite concesiones para minerales como calizas y arcillas (cementería, cerámica), bajo régimen de pequeña minería.
	Decreto 1035 de 2024 (Destrucción de maquinaria) Autoriza a las Fuerzas Militares a destruir la maquinaria amarilla y otros equipos que se encuentren en actividades de minería ilícita.	Ley de delitos ambientales (Ley 211/2021) Sanciona las actividades ilegales que dañan el medio ambiente, como la minería ilegal.	Decreto legislativo 1102, 1106 y 1107 Incorporación del delito de minería ilegal al código penal y fiscalización del lavado de activos	Ley de Prevención, Detección y Erradicación del Delito de Lavado de Activos y del Financiamiento del Delito (2016) Impuso obligaciones relativas a la presentación de información para empresas no financieras y organizaciones que se sabe que están expuestas al lavado de activos.

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
		Decreto 2235 de 2012 Autoriza la destrucción de maquinaria pesada utilizada en operaciones mineras ilegales	Decreto legislativo No 1244 Incorpora la minería y la tala ilegales como delitos en la ley de crimen organizado	El 24 de enero del 2023, el Consejo de Seguridad Pública y del Estado (Cosepe) Declaró a la minería ilegal y “a todas las actividades relacionadas como una amenaza directa a la seguridad integral del Estado”
			Operación Mercurio Fue una megacampaña iniciada en febrero de 2019 en La Pampa, Madre de Dios, Perú, con el objetivo de erradicar la minería ilegal de oro, que causaba una severa deforestación y vulneraba los derechos humanos.	La Ley de Minería estipula la tipificación y sanción para quienes explotan en forma ilícita los recursos mineros y los comercian en forma clandestina
			Decreto Supremo N.º 017-2021- MINAM Aprobó el Plan Integral Frente a la Minería Ilegal "Plan Restauración". Este plan tiene como objetivo combatir la minería ilegal y restaurar las áreas afectadas por esta actividad.	El Código Orgánico Integral Penal (2014) Trata sobre los delitos contra los recursos naturales no renovables, y propiamente dicho contra los recursos mineros; y, en forma expresa se establecen las infracciones y los tipos penales de esta clase de delitos.

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
Regulación ambiental	Ley 2111 de 2021 Ley de Delitos Ambientales, sustituyó el Título XI del Código Penal (Ley 599 de 2000) para endurecer las sanciones y tipificar nuevas conductas que atentan contra el medio ambiente	Constitución Federal (1988) Exige que actividades potencialmente degradadoras, como la minería, tengan licenciamiento ambiental previo y estudios de impacto ambiental.	Decreto legislativo No 1101 y 1103 de 2012 Fiscalización de la minería con fines ambientales	Constitución de la República de Ecuador (2008) Establece que los recursos naturales no renovables (como minerales) son propiedad inalienable del Estado
	Ley 1382 de 2010 Prohíbe el otorgamiento de títulos mineros en páramos y otros ecosistemas sensibles, lo que reafirma la ilegalidad de la minería en estas zonas.	Ley No 6.938 de 1981 Introduce instrumentos como la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y la Licencia Ambiental.	Decreto supremo No 007 de 2017 Nuevo reglamento del informe fundamentado para denunciar delitos de contaminación	Ley de Minería (Registro Oficial No 517, enero de 2009) Establece la necesidad de presentar estudios o documentos ambientales antes de iniciar actividades. Obliga la obtención de licencia ambiental y otros permisos asociados, como los relacionados con agua.
	Ley 1658 de 2013 Regula la comercialización y el uso de mercurio en el sector, y establece requisitos para su eliminación, combatiendo así los efectos ambientales de la minería ilegal.	Ley de Crímenes Ambientales (Ley N.º 9.605/1998) Tipifica delitos por contaminación, deforestación, minería ilegal y daños ambientales.	Decreto legislativo 1351 de 2017 Modifica los delitos de contaminación y minería ilegal	Reglamento Ambiental para Actividades Mineras (RAAM) Es aplicable para todas las fases de la minería. Incluye responsabilidad civil, penal y administrativa, control de impactos, rehabilitación ambiental.

Tema	Colombia	Brasil	Perú	Ecuador
	Constitución Política de 1991: Establece el derecho a un ambiente sano y el principio de desarrollo sostenible para la explotación de recursos naturales.	Código Forestal (Ley N.º 12.651/2012) Regula uso y protección de bosques y vegetación nativa. Impacta directamente en minería en áreas de preservación permanente y reserva legal.		Decreto Ejecutivo No. 121 — Reglamento Ambiental en Minería (2009) Establece estándares técnicos ambientales para minería: prospectiva, exploración, procesamiento, entre otros.
	Ley 99 de 1993 Ley de Principios e Instituciones Ambientales que establece el derecho a un medio ambiente sano.			
	Decreto 1073 de 2015 Se enfoca en el desarrollo sostenible, exigiendo licencias ambientales, planes de trabajo y obras, pólizas minero-ambientales y el cumplimiento de la consulta previa para comunidades étnicas			

2. IDENTIFICACION DE ACTIVIDADES MINERAS ACTIVAS EN LA CUENCA DEL RIO PUTUMAYO – ICA

La minería en la cuenca del río Putumayo se ha consolidado como una de las economías de mayor crecimiento en los últimos años, pero su gran porcentaje se vincula a la acción criminal transnacional que ignora las fronteras entre Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, transformando este corredor biológico en un enclave de retroexcavadoras, motobombas dragas y balsas mineras. Esta dinámica ha generado una crisis de seguridad sin precedentes, donde la libre movilidad de los mineros y el flujo de mercurio operan bajo una lógica de "frontera abierta" para la ilegalidad, sometiendo a las comunidades locales a regímenes de control social y violencia sistemática.¹²



Figura 2.1 Identificación de Minería Ilegal en la cuenca del rio Putumayo – Ica, WCS 2025

¹² M Gonzalez 2025

Pese a los esfuerzos de cooperación internacional y proyectos como el de la Cuenca Putumayo-Içá, la falta de una presencia estatal permanente y coordinada permite que, cuando la presión militar aumenta en un país, la actividad simplemente se desplace al otro lado de la orilla, perpetuando un ciclo de destrucción que amenaza con alcanzar un punto de no retorno para la biodiversidad amazónica.¹³

2.1 Actividades Mineras Identificadas en el Sector Andino del Rio Putumayo Içá – Colombia

Geográficamente corresponde a la zona de nacimiento del río Putumayo en Colombia, Departamento del Putumayo, conocido regionalmente como en el Valle de Sibundoy, Municipio de Santiago, Colón, Sibundoy y San Francisco. En los sitios mineros identificados aún no se cuenta con registros del uso de Mercurio, derivado a la granulometría del mineral, en esta zona alta es características en chispas de buen tamaño mediante extracciones manuales y focalizadas en el Municipio de Colón, sobre el cauce y márgenes del río San Pedro, afluente del Putumayo¹⁴.

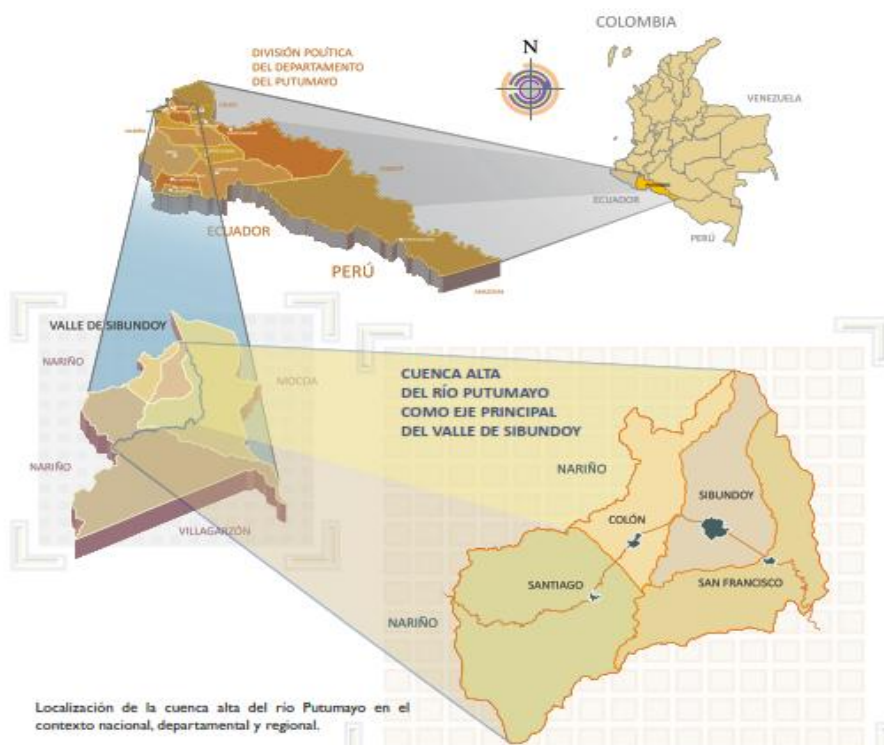


Figura 2.2 Cuenca Alta río Putumayo, POMPCA Corpoamazonia, 2010

¹³ M Gonzalez, 2025.

¹⁴ M Gonzalez, 2025.

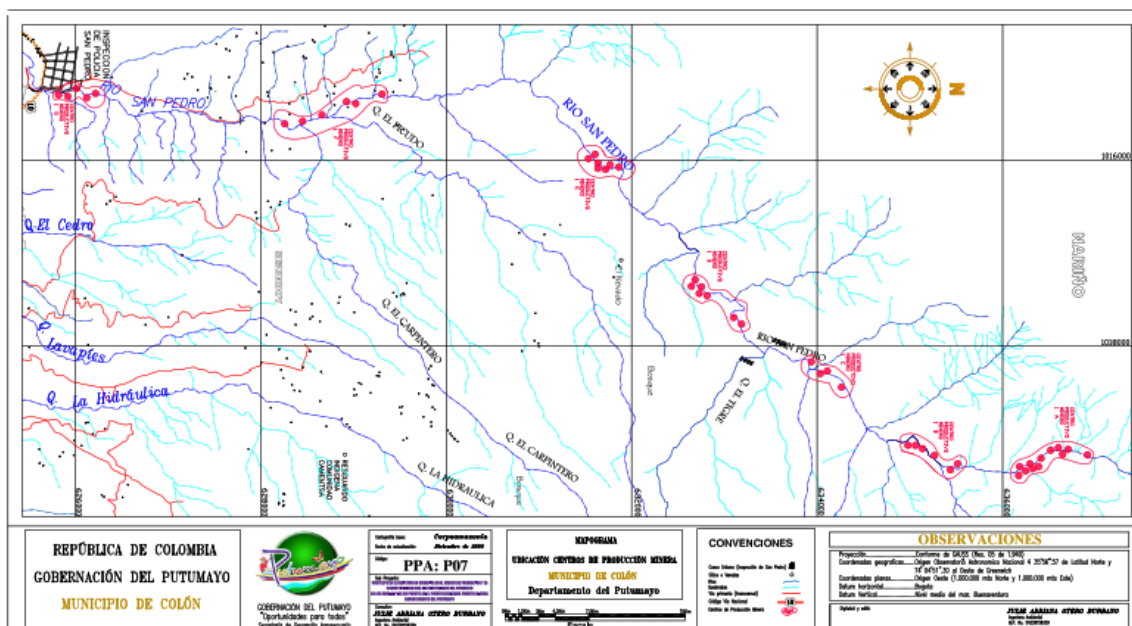


Figura 2.3 Mapa de ubicación de sitios auríferos en río San Pedro, Municipio de Colón, Departamento del Putumayo, Colombia; Gobernación del Putumayo 2020

La explotación de oro sobre el río San Pedro, presenta impactos ecológicos sobre el suelo que indican una progresiva deformación anatómica de la llanura aluvial, formada cuando los ríos que fluyen a lo largo de un valle se desbordan fuera de su cauce y depositan sus sedimentos en la llanura adyacente. Los efectos sobre esta llanura son consecuencia de las labores de corte de la sección formando zanjas de infiltración que se abren para las actividades mineras.¹⁵



Fotografía 2.1 y 2.2 Explotación de oro, Inspección de San Pedro, municipio de Colón, Departamento del Putumayo, Colombia

¹⁵ M. Gonzalez, 2025.

La pérdida del recurso e impactos se presenta por la remoción del suelo causando erosión y generación de gran cantidad de sedimentos, incidiendo en la alteración de la estructura y función original del cauce de los ríos, al abandonar estos sitios sirven de canales de aguas estancadas y contaminadas, la transformación escénica del paisaje por las grandes cantidades de piedra que se amontonan al lado y lado de las zanjaz. También la descarga de sólidos en suspensión como basura, materia fecal, y jabones, producida por los mineros.¹⁶

- **Asociación de mineros del alto San Pedro**

En años anteriores, la Asociación de Mineros del Alto San Pedro registró alrededor de 150 personas dedicadas a esta actividad extractivista, por lo tanto, aunque no existen operaciones mineras de gran magnitud, se generan impactos en las riberas de los ríos San Pedro y San Francisco. Estas extracciones se realizan con el sistema de agua montada y arrimada, esta forma de extracción ocasiona una alteración en la turbiedad del agua por el aumento de sólidos en suspensión afectando los nichos de los escasos recursos hidrobiológicos presentes en estas zonas. Se precisa concientizar el proceso de extracción de los mineros, realizando un adecuado sistema de control a los sedimentos, evitando la utilización de contaminantes e implementando intervenciones de mitigación a los impactos ambientales.¹⁷

Numero de Solicitud: 18481 (1994) - Archivada
Mineral: Oro
Tipo de Titulo: Licencia de Exploración
Municipios: Sibundoy, Colón (Putumayo)
Área Total: 192 Ha y 7820 m2 distribuidas en 1 zona.
Solicitantes: Asociación de mineros del alto San Pedro

Tabla 2.1. Alinderación Solicitud Alto San Pedro.

PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
PA	1	N08-02-14.50E	4734.70	625650.00	1.015.200,00
1	2	N34-30-00E	4039.50	630338.19	1.015.862,00
2	3	S00-00-00W	989.60	633667.24	1.018.149,99
3	4	S34-30-00W	2838.95	632677.64	1.018.149,99
4	1	S90-00-00W	680.00	630337.99	1.016.541,99

Fuente: Gobernación del Putumayo, 2020

¹⁶ M. Gonzalez 2025

¹⁷ M. Gonzalez 2025

El uso inadecuado de elementos detonantes y/o explosivos en las operaciones mineras en el Alto San Pedro provoca contaminación por gases (CO₂), aunque no se presenta alteración por material particulado dado que la explotación se realiza en medio húmedo, no obstante, el uso de pólvora en el sitio Montecristo ha generado perturbación en el entorno derivada de la naturaleza de la roca que forma la mina, en ocasiones las explosiones de pólvora han originado derrumbes y desprendimientos de volúmenes de rocas causando taponamientos e inundaciones, poniendo en riesgo la vida de los mineros.¹⁸

La flora y fauna ha sufrido deterioro por la presión de la actividad minera, debido a la tala del bosque con el propósito de construcción de campamentos y elaboración de canalones empleados en la extracción del oro aluvial. El uso de pólvora y equipos, además de la misma presencia humana causa interferencia en el hábitat promoviendo el desplazamiento y amenaza de extinción de algunas especies nativas del sector.¹⁹

Los impactos económicos muestran una tendencia positiva, considerando el nivel de escala de minería de subsistencia que aporta para los mineros un ingreso alrededor de un salario mínimo mensual, este ingreso se ve entorpecido por la incidencia de los intermediarios foráneos de zonas como Nariño, Valle y Antioquia, quienes especulan con los precios según su conveniencia, porque los mineros bien por desconocimiento o por la inseguridad pública, prefieren los intermediarios antes que busquen la negociación directa con el Banco de la República en la ciudad de Pasto (Departamento de Nariño). Resulta importante destacar que los mineros del Alto San Pedro han conformado una asociación, denominada Asociación de Mineros del Alto San Pedro, quienes han hecho los correspondientes trámites para legalizar su actividad minera ante Cámara de Comercio, Agencia Nacional de Minería, Dian, pero aún no cuentan con título minero ni licencia ambiental. Una de las connotaciones de esta asociación es que se carece de medidas de seguridad industrial implementadas y son reacios al uso de dotación de equipo de protección y señalizaciones en frentes de trabajo, que han facilitado la ocurrencia de algunos accidentes personales.²⁰

¹⁸ Minera y Medio Ambiente, Corpoamazonia, 2010.

¹⁹ Minera y Medio Ambiente, Corpoamazonia, 2010

²⁰ Minera y Medio Ambiente, Corpoamazonia, 2010

2.1. Actividades Mineras Identificadas en el Sector Medio o Piedemonte de la Cuenca del Rio Putumayo Içá – Colombia y Ecuador

El cauce del río continua en territorio Colombiano y corresponde a la zona intermedia geomorfológica del cauce, en el departamento del Putumayo, en los Municipios de Mocoa, Villagarzón, Puerto Caicedo y Orito, compartiendo con territorio Ecuatoriano como la Provincia de Sucumbíos, en especial el Cantón de Lago Agrio, Capital Nueva Lonja y General Farfán; donde se evidencia la extracción aurífera con uso de retroexcavadoras y lavados con motobombas, los impactos ocasionados por la actividad están sobre las deformaciones de la llanura aluvial y modificaciones del paisaje.²¹

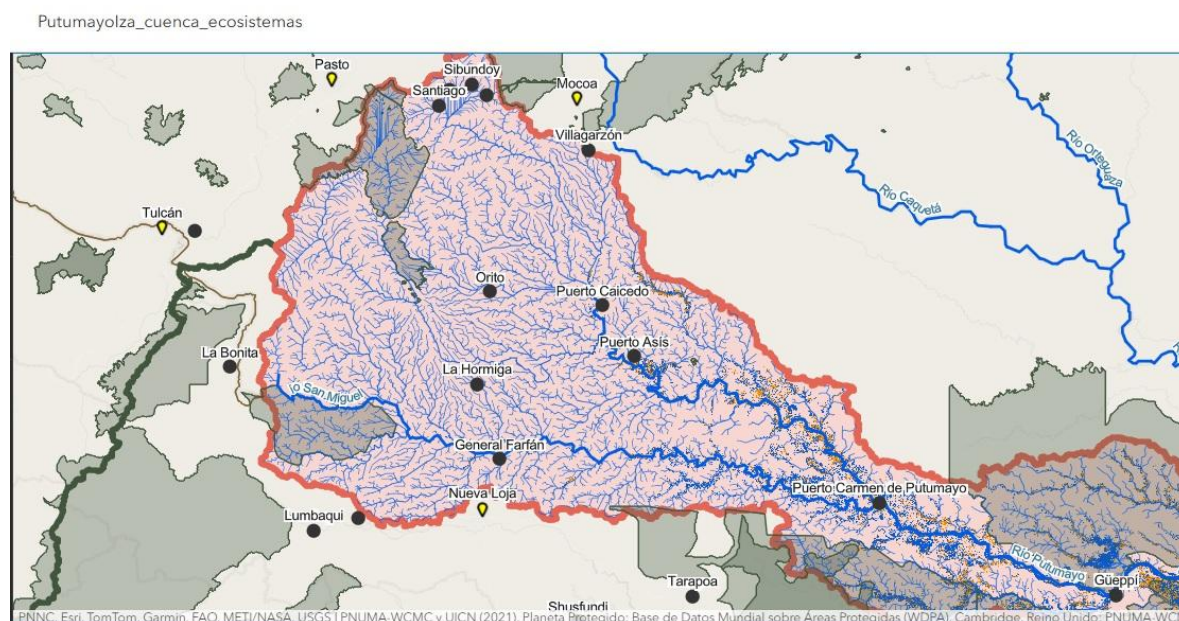


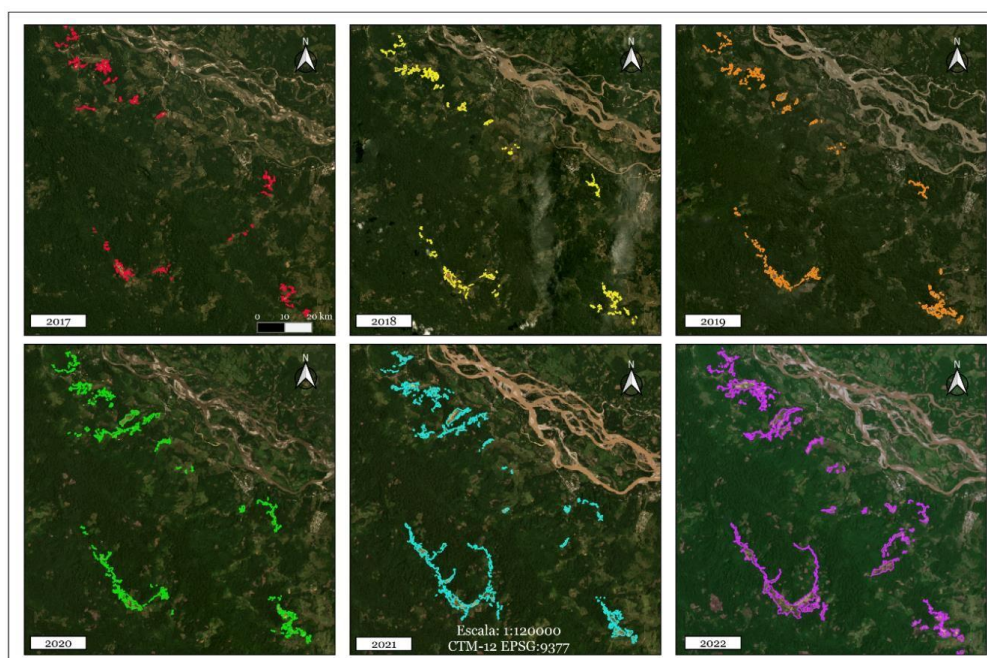
Figura 2.4 Cuenca Media río Putumayo, Colombia y Ecuador, PNUMA 2023

Los informes de las autoridades binacionales hasta el 2023 determinaban que no había uso de mercurio en los procesos de beneficio; durante la realización de este documento con la reunión realizada en San Miguel, Putumayo, Colombia en enero de 2026, con asistencia de los mineros ecuatorianos, estos expresaron y aceptaron la utilización de mercurio en su proceso de recuperación. En la subregión de la cuenca, en el piedemonte amazónico, los impactos ambientales son de mayor magnitud a la minería artesanal del sector andino, debido al uso de maquinaria y vertimientos marcados a cauces afluentes del río Putumayo.²²

²¹ M. Gonzalez 2025

²² M. Gonzalez 2025

Seguimiento Multitemporal, Puerto Guzmán, Colombia



Fotografía 2.3, 2.4 y 2.5 Utilización de Retroexcavadoras y Canales de lavado.
Este estudio 2025



Fotografía 2.6 y 2.7 Lavado con uso de motobombas. Corpoamazonia 2022



Fotografía 2.8 y 2.9 Piscinas de sedimentación y descargas directas, Corpoamazonia 2022

En esta subregión existieron iniciativas estatales importantes para el sector en el territorio colombiano, donde se buscaba una mejor organización de las Asociaciones de Mineros establecidas como Asociación de Mineros de Puerto Limón (35 socios), Asociación de Mineros del Jauno (36 socios) y Cooperativa de Mineros de Puerto Guzmán La Huaca (45 socios), alrededor del centro minero ambiental de Puerto Limón (Municipio de Mocoa) que lideró el Ministerio del Medio Ambiente a través de CORPOAMAZONIA con la agencia de cooperación alemana GTZ, en concordancia con las políticas ambientales y el programa institucional “*Hacia una producción Limpia*”, siendo en su momento considerado como un proyecto minero de desarrollo competitivo y limpio para la comunidad; posteriormente Corpoamazonia en convenio con el Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, lideró la enseñanza de competencias en orfebrería hasta el año 2010.²³

²³ M. Gonzalez 2025

El centro minero, construido con un área aproximada de 800 m², donde 300 m² corresponde al área construida, y los 500 m² restantes pertenecen a áreas de ampliación y de esparcimiento. La distribución física está dividida en las siguientes locaciones: Laboratorio ambiental, Laboratorio metalúrgico y de beneficio, Sala de ingeniería, Área de Cooperativas y asociaciones mineras, Área de servicios, Área sociales y Sala de capacitación.²⁴



Fotografía 2.10 Instalaciones Centro Minero Ambiental de Puerto Limón, Putumayo, Colombia. Corpoamazonia 2010.

Desafortunadamente las últimas administraciones regionales no han dado a continuidad a este proyecto y hoy se encuentra en estado de abandono en sus instalaciones físicas y muchos de los elementos para la enseñanza de la orfebrería han sido hurtados.²⁵

Estos espacios podría utilizarse para las actividades de capacitación hacia esos mineros, en el presente proyecto “Manejo integrado de la cuenca Putumayo-Ica”, buscando concientización, estudios de investigación regional, adaptación y transferencia tecnológica, Formulación y gestión de proyectos, Monitoreo y control ambiental, entre otros.²⁶

²⁴ Minera y Medio Ambiente, Corpoamazonia, 2010

²⁵ M. Gonzalez 2025

²⁶ M Gonzalez 2025

- **Cooperativa Multiactiva de Mineros de Puerto Guzmán La Huaca**

Numero de Solicitud: ARE - 507312 (2022) - VIGENTE
 Mineral: Oro
 Tipo de Titulo: Área de Reserva Especial
 Municipios: Puerto Guzmán (Putumayo)
 Área Total: 8.950,38 Ha distribuidas en 1 zona.
 Solicitantes: Cooperativa Multiactiva de Mineros de Puerto Guzmán La Huaca



Figura 2.6 Plano ARE 507312, Cooperativa La Huaca, Puerto Guzman, Colombia. ANM, 2025

La Cooperativa Multiactiva de Mineros de Puerto Guzmán La Huaca, con NIT 900.303.126-5 cuenta con registro mercantil activo ante la cámara de comercio del putumayo y sus obligaciones tributarias ante DIAN esta al día, según lo expreso su representante legal. Vienen haciendo gestiones ante Ministerio de Minas y Energía así como ante Agencia Nacional de Minería para que su viabilidad sea integrada en los programas de formalización.²⁷

²⁷ M Gonzalez 2025.

2.2. Actividades Mineras Identificadas en la Cuenca Baja del río Putumayo o Llanura amazónica – Colombia, Perú y Brasil

Inicia en el territorio colombiano, departamento del Putumayo en el Municipio de Puerto Asís y comienza a compartir territorio con los países de Ecuador en sus Inicios con la provincia de Sucumbíos, transcurre aguas abajo desde municipio colombiano de Puerto Leguizamo y el departamento del Amazonas con el departamento de Loreto de la república del Perú y su trayecto final sobre territorio brasilero en el estado de Amazonas.

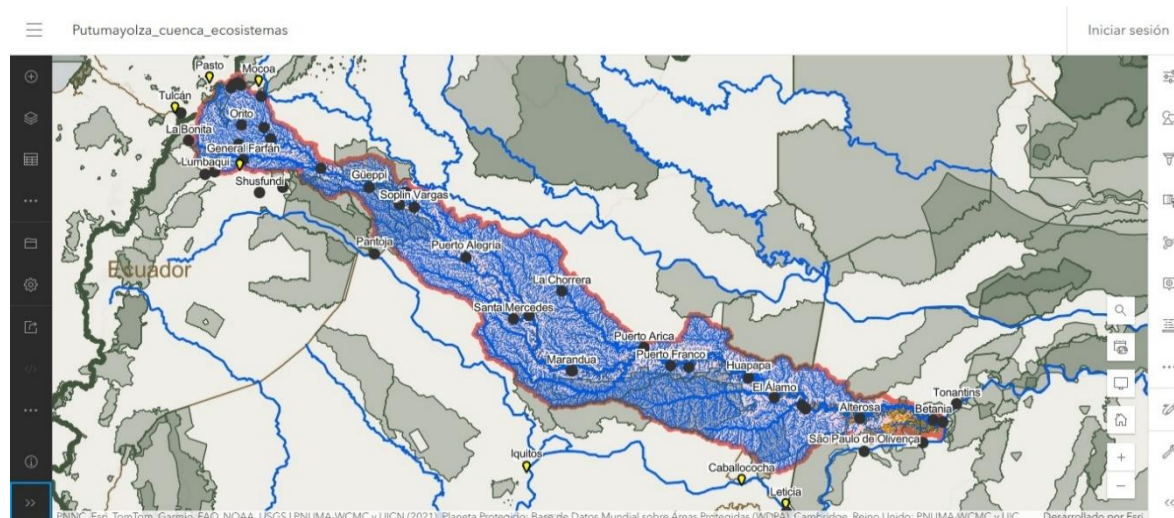


Figura 2.7 Cuenca río Putumayo, PNUMA 2023

En este gran trayecto si se registra y evidencia la mayor afectación consiste en la contaminación por uso del mercurio en el sistema de dragas y de balsas.

El uso del mercurio en la recuperación del oro constituye un factor de riesgo, por falta de técnicas adecuadas, y empleo de concentraciones perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. Las inhalaciones prolongadas de mercurio pueden provocar envenenamientos agudos o crónicos, alteraciones en el sistema nervioso central por consumo de alimentos y agua contaminada, así como aberraciones cromosómicas al nivel genético por exposición a concentraciones excesivas. En el caso de la extracción de oro mediante succión de los sedimentos del lecho aluvial es necesario subdividir en dos métodos que, aunque parezcan similares en método, hay diferencia en el arranque de los sedimentos y sus efectos en la dinámica del río, así como en volumen removido.

2.2.1 Dragas o Dragones

Este sistema es una reproducción del procedimiento generalizado y utilizado por la comunidad minera brasilera quienes lo impusieron desde tiempo atrás (aproximadamente 30 años).²⁸ Consiste en excavar bajo el agua un depósito aluvial que puede ser sobre la corriente activa o sobre las barras longitudinales formadas por el río (Figura 2.8).

La draga utilizada es básicamente una plataforma flotante que remueve el material por medio de un tubo de 12 pulgadas denominada lanza, que en su parte inferior posee un taladro o fresa movido por fuerza hidráulica suministrada por un motor de 210 y 350 HP; la fresa remueve y clasifica el material del fondo del cauce del río (3 y 5 pulgadas) así como márgenes del río, en un promedio de 16 y 20 m³ / hora; en seguida este material es transportado por medio de un tubo o canal aéreo de aproximadamente 16 metros hacia el avión (conjunto de canales), en el cual hay rejillas de separación y por acción gravimétrica caen, dependiendo del tamaño de las partículas puede instalarse una rejilla o malla para que las partículas más grandes queden atrapadas y el material más fino pase a la caja o canalones; estos canalones son contruidos en lámina y revestidos por un paño o tapete brasilero.²⁹

El material fino denominado Jagua (arenas negras ricas en hierro) que acompaña a las partículas de oro fino, es atrapado en el paño y cada 18 o 30 horas es recogido dependiendo de la composición del material, si es lodoso o arenoso respectivamente; el proceso de lavado o limpieza del paño o tapete se hace en aproximadamente 2 horas; este material se acumula en una piscina de dimensiones 2 x 1.80 x 0.30 metros, la cual posee una determinada inclinación, con el fin de evacuar cierta cantidad de material por medio de un tubo a una caneca y continuar el proceso de amalgamación, Al material recolectado se adiciona entre 90 y 200 gramos de mercurio.³⁰

²⁸ Asomicuap, 2025

²⁹ M. Gonzalez 2025

³⁰ M. Gonzalez 2025

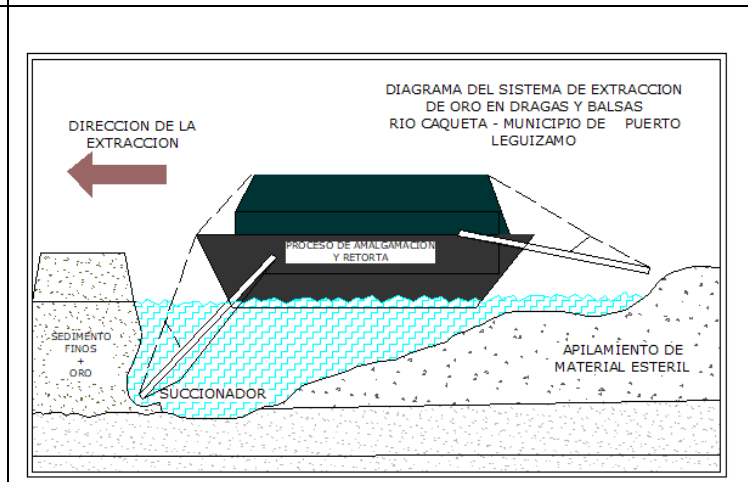
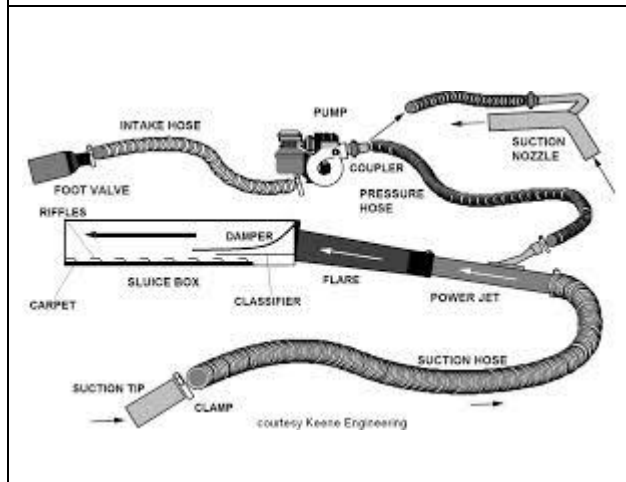
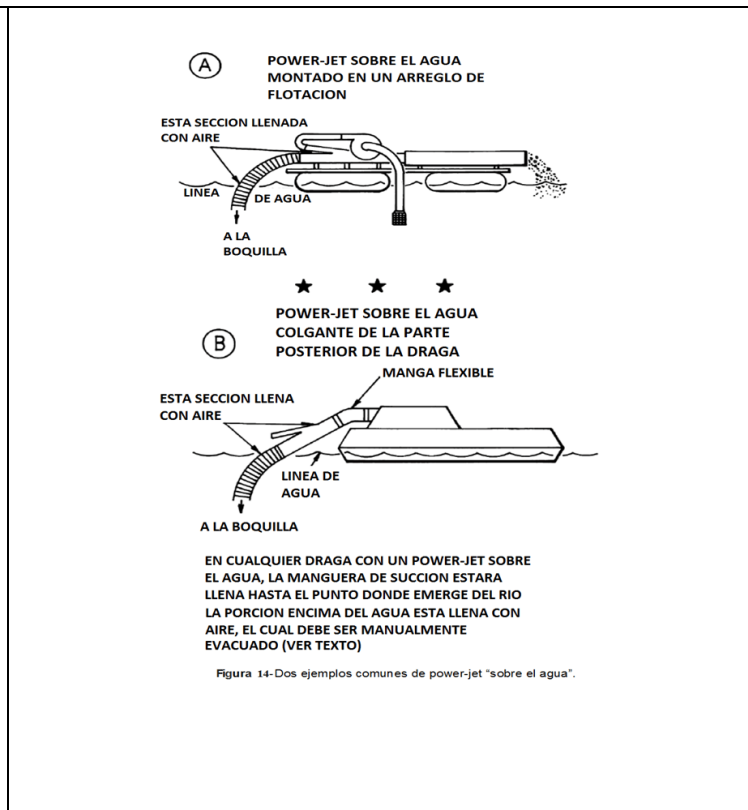
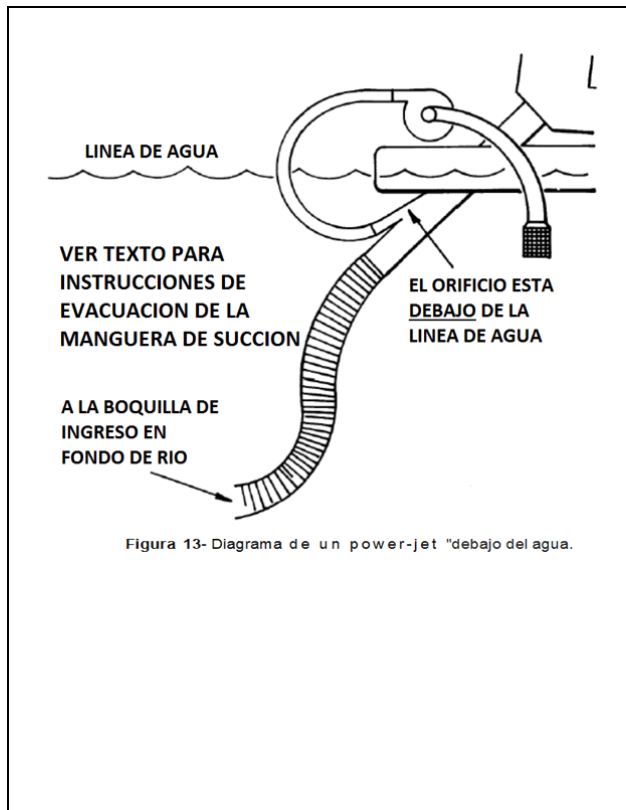


Figura 2.8. Modelo del sistema de funcionamiento de una draga sobre cauce.
Fuente: metalurgia.911metallurgist.com/como-funciona-operar-draga-succion-oro.

Secuencia Fotográfica del Proceso Minero sobre Dragones en el rio Putumayo



Fotografías 2.11 – 2.15; Draga y Avión (Varios Canales de Lavado), Piña (brazo) y Lanza rotora (Fresa), Vista General Dragon en el Rio Putumayo.

2.2.2 Balsas o Minidragas

Este sistema es más antiguo y rudimentario que el anterior, con orígenes también brasileros que llegaron a la región; El proceso de arranque difiere de las dragas al no utilizar la fresa rotor mecánica y en su lugar se presenta una maguera de 6 pulgadas que succiona sedimentos depositados en el lecho, por acción de la conexión a una bomba de sólidos, la cual es manipulada por un buzo quien selecciona el manto o capa de material fino mediante tanteo manual; la bomba es accionada por un motor con una potencia de 16 y 20 HP.³¹

El material seleccionado es conducido hacia el canal donde es recogido en los paños; durante el proceso el oro es cateado constantemente por medio manual, si el sitio es favorable permanecen hasta su agotamiento, de lo contrario buscan nuevos sitios. Luego, cuando la concentración del material fino en los paños es suficiente, el buzo sale del fondo y comenzar con el proceso de limpieza y amalgamación, donde se agrega entre 27 y 40 gramos de mercurio.³²

La separación de oro y mercurio (amalgama), se realiza utilizando una retorta suministrada anteriormente por Corpoamazonia; según los mineros de la Asociación de Mineros de las Cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo – ASOMICUAP; en el proceso de beneficio se obtiene una pérdida de mercurio de 5 y 6 %, dicha pérdida se escapa en forma de gas y en los residuos (arena negra).³³

Una parte del mercurio perdido en la arena negra o residuo sobrante es vertida a los ríos donde es acumulado en el fondo donde puede ser atrapado y consumido por los peces. Algunos mineros entierran el residuo en las riberas o playa de los ríos conforme a la ficha ambiental entregada por autoridad ambiental regional que en los años 2005-2010.³⁴

El mercurio en forma de gas se desplaza a la atmósfera y se devuelve a la superficie donde se transforma en metilmercurio, éste se acumula en las plantas (bosque y zonas cultivables) así como lechos de quebradas y ríos con afectación a peces, llegando a las cadenas tróficas humanas.³⁵

³¹ M Gonzalez 2025

³² M Gonzalez 2025

³³ Reunión Asomicuap 2025

³⁴ Asomicuap 2025

³⁵ Ciclo del Mercurio, PNUD, 2021.

Tabla 2.2 Diferencias técnicas entre dragas y balsas

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	TIPO DE EQUIPO	
	BALSA (MINIDRAGA)	DRAGA
Dimensiones del equipo	12 x 3 m	19 x 5
Construcción del equipo	Madera	Hierro y madera
Equipo para remoción	Bomba de succión de 6 – 8 pulg. con escarafusa accionada por motor de 16 -20 HP y direccionada por un buzo.	Tubo succionador con una piña se moviliza a través de una torre, cables y poleas accionado por un motor de 210 y 350 HP
Rendimiento del equipo (remoción)	8 - 5 m ³ /h	16- 20 m ³ /h
Equipo para la mezcla	Pies y manos	Mezcladora eléctrica
Depósito de la jagua	Piscina madera	Piscina metálica
Producción	Entre 40 y 100 gr/día	180 – 250 gr/día hasta 300 gr/día
Mano de obra utilizada	6 – 8 personas	8 – 10 personas
Tiempo de trabajo diario	18 horas	24 horas
Gastos de producción	Entre 20 y 30 millones mensuales	Entre 40 y 70 millones mensuales
Cantidad de mercurio utilizado	Entre 27 – 40 gramos.	Entre 90 y 200 gr.
Equipo para beneficio	A veces retorta	Retorta
Comodidad para el personal	Regular	Buenas

Tabla 2. Diferencias Balsas y Dragas. Fuente: Este Estudio

Los dos métodos de succión del lecho fluvial, por medios semi mecanizados sobre balsas itinerantes demanda destrezas de conocimiento de la dinámica hidráulica y comportamiento de la deposición de los minerales, así como personal “especializado” (buzos subacuáticos) que en los habitantes regionales no abundan. El mercurio se utiliza en el proceso de amalgamación para capturar y separar el oro de los sedimentos solidos extraídos del fondo del río, que son depositados a lo largo del cauce y por acción directa de la dinámica hídrica.³⁶

Posteriormente en el proceso, se quema la amalgama y se libera así el oro del mercurio; generando en este proceso emisiones tóxicas al aire y por condensación se depositan sedimentos en una botella de agua, siendo vertida en el cauce del río.³⁷

³⁶ M Gonzalez 2025

³⁷ Woods Hole Oceanographic Institution. Gold Mining's Toxic Legacy: Mercury.

Secuencia Fotográfica del Proceso Minero sobre Balsas en el río Putumayo

a.



b.



c.



d.



e.



f.



g.



h.



i.



j.

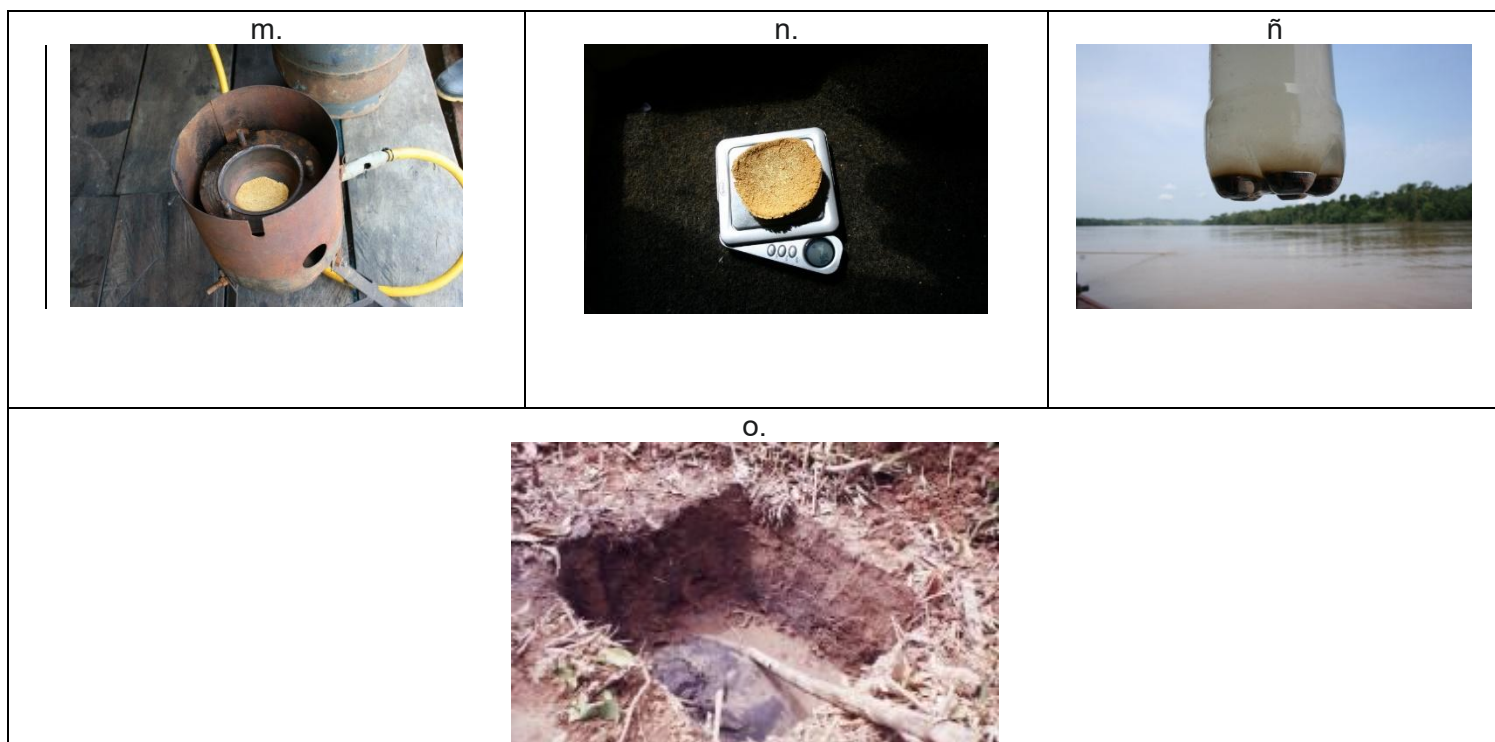


k.



l.





Fotografía 2.16. Mosaico de la Secuencia Fotográfica del Proceso del uso de mercurio para extracción de mercurio. a. Balsas en el Rio Putumayo. b. Vista General de una Balsa – Descole. c. Bomba de Succión. d. Buzo y su Equipamiento. e. Canal de Lavado. f. Tapete de Beneficio. g. Dosificación de Mercurio. h. Pateo – Agitación e impregnación de Mercurio con Arenas Auríferas. i. Sedimentación y Amalgamación. j. Amalgamación (Oro + Mercurio). k. Retortas de Recuperación de Mercurio. l. Recuperación de Mercurio – Condensación. m. Eliminación de Mercurio. n. Oro Recolectado. ñ. Recuperación mercurio o. Hueco para enterrar residuos (arena + Hg).

2.3. Valoración de Impactos Ambientales generados por la Minería Artesanal y Pequeña Escala en el rio Putumayo

Son escasos los estudios de evaluación e impacto ambiental en la cuenca del rio Putumayo frente a la actividad minera; existe algunos estudios realizados por entidades estatales del gobierno de Colombia y la gobernación del Departamento del Putumayo en distintos proyectos de minería aurífera sobre la cuenca del rio Putumayo, así como Organizaciones No Gubernamentales.

2.3.1 Método para evaluación de los impactos ambientales en la Actividad de Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE)

Para elaborar un EIA, se utiliza una matriz de valoración de los impactos ecológicos por método cuantitativo y cualitativo, donde se valoran los efectos con base en los componentes atmosféricos como: suelo, aire, agua, flora y fauna; de igual manera se incluyen los impactos sociales según los componentes social y cultural, y se valoran adicionalmente los impactos económicos en relación con elementos del mercado, la distribución de la renta, el crecimiento económico y el comercio global.

Para poder valorar el impacto ambiental, es necesario validar la metodología a utilizar de conformidad a los criterios técnicos y normativos de los cuatro países integrantes de la cuenca del río Putumayo, por lo cual es necesario consultar los criterios de las autoridades ambientales que suelen exigir que se use una metodología "reconocida".

De lo anterior, se considera que la metodología de Evaluación Ambiental presentado por Vicente Conesa Fernández cumple con las exigencias propias de las respectivas Guías Metodológicas Generales de los cuatro países.

2.3.1.1 Criterios frente a exigencias colombianas

Aunque la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) no impone un método específico, exige cumplir con la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales.

Validación: La metodología de Conesa se considera válida porque permite cuantificar la importancia del impacto a través de los 11 atributos que exige la norma (intensidad, extensión, persistencia, etc.).

2.3.1.2 Criterios frente a exigencias peruanas

El SENACE y el Ministerio del Ambiente (MINAM) regulan los Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

Validación: Es aceptada siempre que el consultor justifique por qué eligió ese método y cómo se adapta al proyecto. En Perú se valora mucho el análisis multivariable, por lo que la estructura de la matriz de Conesa encaja bien con las exigencias de rigurosidad técnica del sistema SEIA.

2.3.1.3 Criterios frente a exigencias ecuatorianas

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) utiliza el sistema SUIA para la regularización.

Validación: La normativa ecuatoriana es flexible en cuanto al "nombre" del método, pero estricta en la identificación de hallazgos. Conesa es el método estándar enseñado en las universidades del país y es el que más se presenta en los EsIA de proyectos de mediana y gran escala.

2.3.1.4 Criterios frente a exigencias brasileiras

Es el caso más particular debido al idioma y a su propia tradición técnica (influenciada por métodos europeos y estadounidenses).

Validación: Aunque se puede usar, en Brasil es más común encontrar adaptaciones de la Matriz de Leopold o métodos específicos desarrollados por el IBAMA o las agencias estatales (como CETESB en São Paulo). Al usar Conesa, se debe traducir y justificar técnicamente su equivalencia con los parámetros de la resolución CONAMA 001/86.

De acuerdo con la adaptación de la Metodología de Conesa (Conesa Fernández, E.)³⁸ para la valoración de las categorías para los impactos ecológicos, sociales y económicos, se determina que la valoración establecida puede tomar carácter positivo o negativo de acuerdo a la alteración de favor o en contra, cada uno con niveles comprendidos de calificación entre mínimo, moderado, significativo y severo según el grado de perturbación.

La pesquisa de los impactos ecológicos se determina con base en los recursos suelo, aire, agua, flora y fauna, la de impactos sociales según los componentes social y cultural, y la de impactos económicos en relación con elementos del mercado, la distribución de la renta, el crecimiento económico y el comercio global.

En la cuantificación del carácter del impacto, se estableció un valor de uno para la calificación del nivel mínimo, dos para el moderado, tres para el significativo, y cuatro para el severo.

Entonces, si se tiene en cuenta que el recurso suelo tiene 13 descriptores, el aire

³⁸ Metodología de Conesa, Fernández. MUNDI-PRENSA

tiene 10, el agua tiene 19, la flora tiene 13, y la fauna tiene 20, el rango máximo probable de los niveles de impactos ecológicos de carácter positivo entre +75 a +300, y los negativos entre –75 a –300. En el caso de los impactos sociales de acuerdo con los componentes y descriptores, el rango está entre +25 a +100 y –25 a –100, mientras los impactos económicos están entre +20 a +80 y –20 a –80, de manera respectiva, según sean de carácter positivo o negativo.

Tabla 2.3 Rangos de referencia para evaluación ambiental de impactos

ORD	VARIABLES	VALORACIÓN CARÁCTER DEL IMPACTO							
		POSITIVOS				NEGATIVOS			
		Mínimo	Moderado	Significativo	Severo	Mínimo	Moderado	Significativo	Severo
1.	IMPACTOS ECOLÓGICOS	75	150	225	300	-75	-150	-225	-300
1.1	RECURSO SUELO	13	26	39	52	-13	-26	-39	-52
1.2	RECURSO AIRE	10	20	30	40	-10	-20	-30	-40
1.3	RECURSO AGUA	19	38	57	76	-19	-38	-57	-76
1.4	RECURSO FLORA	13	26	39	52	-13	-26	-39	-52
1.5	RECURSO FAUNA	20	40	60	80	-20	-40	-60	-80
2.	IMPACTOS SOCIALES	25	50	75	100	-25	-50	-75	-100
2.1	COMPONENTE SOCIAL	20	40	60	80	-20	-40	-60	-80
2.2	COMPONENTE CULTURAL	5	10	15	20	-5	-10	-15	-20
3.	IMPACTOS ECONÓMICOS	20	40	60	80	-20	-40	-60	-80
3.1	MERCADO	3	6	9	12	-3	-6	-9	-12
3.2	DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA	5	10	15	20	-5	-10	-15	-20
3.3	CRECIMIENTO ECONÓMICO	4	8	12	16	-4	-8	-12	-16
3.4	COMERCIO GLOBAL	8	16	24	32	-8	-16	-24	-32

Vicente Conesa Fernández, 1993

2.3.2 Rangos de la Valoración Ambiental Cuantitativa

Durante la realización de una evaluación ambiental integral realizada por la Fundación Victoria Regia en el año 2020 con financiamiento de la Gobernación del Putumayo; donde se valoró la actividad minera desarrollada por la Asociación de Mineros de los ríos Caquetá y Putumayo - ASOMICUAP en el sector bajo del río Putumayo (Puerto Leguizamo – Leticia); se determinó que los rangos fueran de la siguiente manera: el recurso suelo se valoró con trece (13) descriptores, el aire se valoró con diez (10), el agua se valoró con diecinueve (19) descriptores, la flora se valoró con trece (13) descriptores, y la fauna se valoró con veinte (20) descriptores. Con un rango máximo probable de los niveles de impactos ecológicos de carácter positivo que se ubican entre +75 a +300, y los negativos entre –75 a –300.

En el caso de los impactos sociales de acuerdo con los componentes y descriptores, el rango está entre positivos desde +25 a +100 y negativos desde –25 a –100, mientras los impactos económicos están en el rango positivo entre +20 a +80 y negativos –20 a –80.

2.3.3 Resultados del Análisis de la Evaluación Ambiental

La evaluación ambiental de la explotación de oro muestra que los impactos ecológicos sobre el río Putumayo están en el rango de afectación severa y de mayor relevancia en los recursos suelo, agua y fauna, en los impactos sociales están en rango mínimo con mayor afectación en el componente cultural y los impactos económicos también se clasifican en rangos mínimos, con mayor incidencia en el mercado.

- **Resumen de Carácter y Magnitud**

La matriz evalúa 21 efectos potenciales distribuidos en tres sistemas (Ecológico, Social y Económico). Todos los impactos en los sistemas Ecológico y Social son de carácter Negativo, mientras que el sistema Económico presenta una dualidad interesante con efectos mayoritariamente Positivos, a excepción del turismo.

- **Análisis por Sistema Afectado**

Sistema Ecológico (Impactos Críticos)

Es el sistema con mayor presión, destacando los recursos Agua, Flora y Fauna.

- Recurso Agua: Es el componente más vulnerable. Presenta 4 impactos calificados con importancia ALTA y probabilidad ALTA, relacionados con la alteración de calidad, caudales y derrame de sustancias peligrosas.
- Biodiversidad: Tanto la flora como la fauna registran impactos de importancia ALTA, magnitud ALTA y carácter PERMANENTE, lo que indica una afectación estructural al ecosistema del río.
- Recurso Suelo: Curiosamente, es el recurso con menor calificación de importancia (BAJA), aunque sus efectos se consideran permanentes.

Sistema Social (Impactos Permanentes)

- La mayoría de los impactos sociales (afectación a la población y cambios de estilo de vida) tienen una importancia ALTA y son de carácter PERMANENTE.

Se observa que la mayoría de estos efectos son DIRECTOS, lo que implica una relación causal inmediata entre la minería y la alteración de la vida comunitaria.

Sistema Económico (Beneficios vs. Pérdidas)

- Efectos Positivos: El mercado, la distribución de la renta y el crecimiento económico muestran una importancia ALTA, impulsada por el aumento de empleo e ingresos. Estos son mayoritariamente TEMPORALES, lo que sugiere una bonanza económica ligada solo a la duración del proyecto.
- Efecto Negativo: El turismo y potencial recreativo se ven afectados de forma ALTA y PERMANENTE, lo que sugiere que la minería podría inhabilitar otras actividades económicas sostenibles a largo plazo.

• **Tendencias de Calificación (Atributos)**

Mitigabilidad: El 100% de los impactos negativos identificados se marcan como SÍ mitigables. Esto es un punto clave para el Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Duración: Existe un predominio de impactos PERMANENTES (13 de 21), lo que significa que el entorno no recuperará sus condiciones originales por sí solo una vez concluida la actividad en esas áreas.

Tipo de Efecto: Predominan los efectos DIRECTOS, lo que facilita la identificación de medidas de control en la fuente.

Tabla 2.4. Valoración Cualitativa de los Impactos Ambientales por Explotación de Oro en el Rio Putumayo.

CALIFICACIÓN CUALITATIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDADES MINERAS AURIFERAS SOBRE EL RIO PUTUMAYO										
ORD	SISTEMA	EFECTO POTENCIAL	CALIFICACIÓN DE IMPACTOS							
	AFECTADO		IMPORTANCIA	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	DURACIÓN	TIPO DE EFECTO	ÁREA DE INFLUENCIA	MAGNITUD	MITIGABILIDAD	CARÁCTER
1. SISTEMA ECOLÓGICO										
1,1	RECURSO SUELO	Alteración de la calidad del suelo.	BAJA	BAJA	PERMANENTE	DIRECTO	PUNTUAL	BAJA	SI	NEGATIVO
		Posible formación de procesos erosivos.	BAJA	BAJA	PERMANENTE	DIRECTO	PUNTUAL	BAJA	SI	NEGATIVO
1,2	RECURSO AIRE	Contaminación por partículas en suspensión.	ALTA	ALTA	TEMPORAL	DIRECTO	PUNTUAL	ALTA	SI	NEGATIVO
		Generación de olores desagradables.	BAJA	MEDIA	TEMPORAL	DIRECTO	PUNTUAL	ALTA	SI	NEGATIVO
1,3	RECURSO AGUA	Alteración de la calidad del agua.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	ALTA	SI	NEGATIVO
		Alteración de los caudales de los cuerpos de agua.	ALTA	ALTA	TEMPORAL	DIRECTO	PUNTUAL	ALTA	SI	NEGATIVO
		Contaminación por derrame de sustancias peligrosas.	ALTA	ALTA	TEMPORAL	DIRECTO	PUNTUAL	ALTA	SI	NEGATIVO
		Contaminación por disposición final de sustancias peligrosas.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	PUNTUAL	ALTA	SI	NEGATIVO
		Contaminación por disposición final de residuos sólidos.	MEDIA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	MEDIA	SI	NEGATIVO
		Riesgo por exposición de personas o bienes a inundaciones.	BAJA	MEDIA	TEMPORAL	INDIRECTO	LOCAL	ALTA	SI	NEGATIVO
1,4	RECURSO FLORA	Cambios en la diversidad de plantas.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	ALTA	SI	NEGATIVO
1,5	RECURSO FAUNA	Afecta el hábitat de alguna especie animal.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	ALTA	SI	NEGATIVO
2. SISTEMA SOCIAL										
2,1	COMPONENTE SOCIAL	Modificación de distribución de población humana en el área.	MEDIA	MEDIA	PERMANENTE	INDIRECTO	PUNTUAL	MEDIA	SI	NEGATIVO
		Afectación permanente en la población del área.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	INDIRECTO	LOCAL	ALTA	SI	NEGATIVO
		Cambios de actitud y estilo de vida.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	MEDIA	SI	NEGATIVO
2,2	COMPONENTE CULTURAL	Cambios en vista escénica o panorama abierto al público.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	PUNTUAL	MEDIA	SI	NEGATIVO
3. SISTEMA ECONÓMICO										
3,1	MERCADO	Crecimiento de las actividades económicas.	ALTA	ALTA	TEMPORAL	DIRECTO	LOCAL	MEDIA		POSITIVO
3,2	DISTRIBUCIÓN DE LA RENTA	Crecimiento en los niveles de empleo.	ALTA	ALTA	TEMPORAL	DIRECTO	LOCAL	ALTA		POSITIVO
		Crecimiento en los niveles de ingreso.	ALTA	ALTA	TEMPORAL	DIRECTO	LOCAL	ALTA		POSITIVO
3,3	CRECIMIENTO ECONÓMICO	Crecimiento del valor de la tierra	BAJA	BAJA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	BAJA		POSITIVO
3,4	COMERCIO GLOBAL	Crecimiento del turismo y del potencial recreativo.	ALTA	ALTA	PERMANENTE	DIRECTO	LOCAL	ALTA	SI	NEGATIVO

Fuente: Este Estudio

- **Resumen Global de Valoración**

La estructura de la tabla revela una fuerte asimetría entre beneficios y perjuicios. Mientras que los impactos positivos se concentran en niveles Mínimos y Moderados, los impactos negativos alcanzan valores acumulados drásticos, especialmente en la categoría de Severo.

- Impactos Ecológicos: Representan la mayor carga negativa con un valor acumulado de -124 en la categoría de "Severo". No presentan ningún impacto positivo (valor 0).
- Impactos Sociales: Muestran una naturaleza mixta, con beneficios moderados (6) pero persistencia de daños severos (-12).
- Impactos Económicos: Es el único sistema con valores positivos significativos (9), aunque el subsector de comercio global resta valor al conjunto.

- **Análisis Detallado por Recurso y Componente**

Sistema Ecológico (Zona de Alerta Crítica)

Este sistema es el más afectado, con una degradación que escala rápidamente hacia lo irreversible:

- Recurso Fauna: Es el punto más crítico de toda la matriz, registrando un valor de -52 en impactos Severos. Esto sugiere una pérdida de biodiversidad o fragmentación de hábitat extrema.
- Recurso Suelo: Presenta una degradación progresiva, alcanzando un valor de -28 en el nivel Severo.
- Recurso Agua: Muestra una afectación constante en todos los niveles negativos, consolidando -24 en daños Severos.
- Recurso Aire: A diferencia de los otros, sus impactos se concentran en niveles Mínimos y Moderados (-6 cada uno), con una incidencia severa menor (-4).

Sistema Social (Equilibrio Precario)

- Componente Social: Registra los mayores impactos positivos del área humana (6 moderados), probablemente asociados a inversión o atención social, pero mantiene una carga negativa severa de -8.
- Componente Cultural: Carece de impactos positivos y presenta una degradación constante, aunque menos intensa que la ecológica, con un pico de -4 en daños severos.

Sistema Económico (Motor de Beneficios)

- Crecimiento Económico y Mercado: Aportan los únicos valores Significativos positivos (6 y 3 respectivamente), lo que justifica el interés financiero del proyecto.
- Distribución de la Renta: Se mantiene en niveles de beneficio Moderado (4).
- El Contraste (Comercio Global): Es el único factor económico con saldo negativo, llegando a un valor Severo de -8, lo que podría indicar que la actividad principal desplaza a otros sectores comerciales preexistentes (como el turismo o agricultura local).

• **Conclusión Técnica de la Evaluación Ambiental**

El proyecto presenta una insostenibilidad ecológica severa si no se aplican medidas de compensación agresivas. El beneficio económico, aunque calificado como "Significativo" (9), parece insuficiente frente a la magnitud del daño en el recurso Fauna (-52) y Agua (-24).

Hallazgo Clave: La relación de impacto negativo severo frente al beneficio económico significativo es de aproximadamente 14:1 en términos de valores absolutos en el sistema ecológico.

Tabla 2.5. Valoración Cuantitativa de los Impactos Ambientales en la Explotación de oro sobre el río Putumayo

No	IMPACTOS AMBIENTALES	VALORACION DEL IMPACTO							
		TIPO DE IMPACTO							
		POSITIVOS				NEGATIVOS			
		Mínimo	Moderado	Significativo	Severo	Mínimo	Moderado	Significativo	Severo
1.	IMPACTOS ECOLÓGICOS	0	0	0	0	-14	-30	-30	-124
1,1	Recurso Suelo	0	0	0	0	-1	-4	-9	-28
1,2	Recurso Aire	0	0	0	0	-6	-6	0	-4
1,3	Recurso Agua	0	0	0	0	-2	-10	-12	-24
1,4	Recurso Flora	0	0	0	0	-5	-4	-6	-16
1,5	Recurso Fauna	0	0	0	0	0	-6	-3	-52
2.	IMPACTOS SOCIALES	5	6	0	0	-8	-4	-6	-12
2,1	Componente Social	5	6	0	0	-6	-2	-3	-8
2,1	Componente Cultural	0	0	0	0	-2	-2	-3	-4
3.	IMPACTOS ECONÓMICOS	2	4	9	0	-2	-4	-6	-8
3,1	Mercado	1	0	3	0	0	0	0	0
3,2	Distribución de la Renta	1	4	0	0	0	0	0	0
3,3	Crecimiento Económico	0	0	6	0	-1	0	0	0
3,4	Comercio Global	0	0	0	0	-1	-4	-6	-8

Fuente: Este Estudio

2.4. Cualificación de los impactos ambientales por uso de mercurio en la Minería Artesanal y Pequeña Escala – MAPE

2.4.1 Factores que inciden en las emisiones y liberaciones de Mercurio

Las emisiones y liberaciones de mercurio asociadas en el beneficio del oro en la minería artesanal y de pequeña que afectan directamente los diferentes componentes ambientales, están relacionadas principalmente con los siguientes factores:

2.4.1.1 Tecnología utilizada

La eficiencia de algunos de los equipos (tecnología) usados en amalgamación por la MAPE es muy baja pues llevan trabajando mucho tiempo y no han tenido actualización tecnológica; es muy frecuente observar elementos cuyas especificaciones no permiten realizar procesos eficientes; adicionalmente, algunos de los equipos son utilizados en otros fines diferentes para los cuales fueron diseñados: por ejemplo, se realiza amalgamación en cualquier recipiente que utilizan posterior a otras actividades.³⁹

2.4.1.2 Técnica utilizada

En los distintos sitios de explotación y beneficio minero a lo largo y ancho de la cuenca, las pérdidas de mercurio están mucho más asociadas a la aplicación de la técnica utilizada que a la misma tecnología disponible; por ejemplo, en la quema de amalgamas en lugar de utilizar circuitos cerrados (retortas) muchos mineros continúan con la práctica de quema al aire libre; en algunos casos se aplican técnicas de amalgamación a minerales con partículas grandes de oro libre, los cuales podrían ser beneficiados únicamente por concentración gravimétrica.⁴⁰

2.4.1.3 Falta de conocimiento de los mineros

Muchos mineros artesanales y pequeños mineros utilizan técnicas y equipos inapropiados, realizan procedimientos incompletos, descartan desechos de sustancias peligrosas sin ningún tipo de precaución, no hacen el debido control de los procesos, entre otras malas prácticas, todo esto debido a la falta de conocimiento y capacitación del “oficio minero”; esto conlleva ineludiblemente a

³⁹ *Manual para la capacitación de mineros artesanales: Tecnologías más limpias para la recuperación de oro*. ONUDI. 2012.

⁴⁰ M Gonzalez 2025

aumentar la contaminación por mercurio.⁴¹

2.4.2 Emisiones a la atmósfera y liberaciones al agua y al suelo de mercurio producidas por la MAPE

Las emisiones y liberaciones de mercurio al medio ambiente, producto de la actividad de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala, son básicamente de tres tipos: sólidas, líquidas y gaseosas; en las liberaciones sólidas y líquidas, el mercurio no solo se presenta en forma elemental sino también conformando compuestos con otros elementos.⁴²

2.4.2.1 Liberaciones sólidas

Se pueden considerar aquellos residuos de consistencia sólida o semisólida, especialmente a los derivados en las etapas de amalgamación y en menor cantidad a los generados en la fundición del oro.⁴³

- **Arenas y Lodos:** Estos materiales después de su cribado, entran al proceso de amalgamación, ya sea en circuitos abiertos o semi cerrados, al estar en contacto con el mercurio se impregnan de éste metal y una vez contaminados pasan generalmente a los pozos desarenadores en donde se almacenan temporalmente; cuando los pozos empiezan a colmatarse, los mineros los desocupan y las arenas se depositan en pilas o montones al aire libre o son enterrados; los lodos que van junto con las arenas por lo general no alcanzan a depositarse en los desarenadores y muchos de ellos se escapan a la corriente del agua. El mercurio presente en las arenas y los lodos está en forma metálica y de amalgama; cuando los pequeños mineros no están en capacidad de realizar procesos de recuperación satisfactorios, lodos y arenas residuales permanecen al aire libre y allí se forman también otros compuestos de mercurio como el sulfato del mercurio (HgSO_4) y el sulfuro de mercurio (HgS). El mercurio presente en las colas no procesadas está en forma elemental (Hg), como hidróxido ($\text{Hg}(\text{OH})_2$) y formando complejos cianúricos como el cianato de mercurio ($\text{Hg}(\text{CNO}_2)$). Las arenas provenientes del beneficio y que han estado en contacto directo con el mercurio en los procesos de amalgamación abierta o semi cerrada, simplemente son arrojadas en el mismo sitio de explotación dentro

⁴¹ M Gonzalez 2025

⁴² *Protocolos Globales para la Gestión del Mercurio en la Minería de Oro Artesanal y en Pequeña Escala* ONUDI 2006.

⁴³ M Gonzalez 2025

de la corriente de agua o en zonas aledañas mediante entierros según la instrucción de la antigua ficha ambiental entregada por la autoridad ambiental regional; el mercurio por ser un metal líquido de alto peso molecular se deposita rápidamente en las capas inferiores de los cauces de los ríos o de las pilas de colas de desecho, en donde comienza procesos de metilación.⁴⁴

2.4.2.2 Liberaciones líquidas

Se identifican dos tipos de residuos líquidos que contienen mercurio y que provienen del beneficio de oro aluvial en la MAPE:

- **Aguas mercuriosas:** En las aguas residuales que provienen de los procesos de amalgamación de minerales primarios y de aluvión, de sistemas abiertos o semi cerrados, el mercurio y parte de las amalgamas son arrastrados por la fuerza del agua; el mercurio va también en los lodos formados; dado que el mercurio iónico (Hg^{+}) presenta alta atracción con los lodos (arcillas en forma aniónica) por su carga eléctrica opuesta, se favorece que finísimas gotas de mercurio, a pesar de su alto peso, se desplacen sobre la superficie del flujo de agua utilizado en el proceso; una parte de este mercurio es atrapado en los desarenadores, pero otra, se escapa a la corriente del agua.⁴⁵
- **Aguas de purificación de oro:** También se generan residuos líquidos en el proceso de purificación del oro que en su última etapa permite reducir o eliminar todos los metales acompañantes para aumentar su pureza; el botón de oro obtenido en la fundición y que es una mezcla de metales como cobre, hierro, zinc, plomo, plata y oro, entre otros, se diluye en ácido nítrico y algunos complejos de mercurio son disueltos. Posteriormente el oro es precipitado y la solución pobre se neutraliza con una mezcla de agua – cal; el mercurio en este fluido se presenta en muy poca cantidad en estado metálico y en forma de nitratos, cloruros, cloratos y sulfatos; la solución una vez neutralizada es arrojada en los suelos aledaños y a la corriente del agua.⁴⁶

⁴⁴ *Pollution from Mercury in Artisanal Gold Mining: Environmental and Health Aspects*. García, J., & Villas Boas, R. C. 2005. Rio de Janeiro

⁴⁵ *Global Mercury Assessment 2018*. UNEP 2019. Ginebra, Suiza

⁴⁶ *La minería de oro de pequeña escala en Colombia*. UPME 2007. Bogotá

2.4.2.3 Emisiones gaseosas

El mercurio a temperaturas superiores a 20°C y a presión ambiental normal, desprende vapores tóxicos y corrosivos. Las emisiones de mercurio de gases y vapores que se identifican en la MAPE son las provenientes de la evaporación de mercurio metálico, la destilación de amalgamas y los gases de fundición.⁴⁷

- **Evaporación de mercurio metálico:** Ocurre cuando el mercurio que va a ser utilizado en el proceso de amalgamación se guarda en recipientes destapados; también se da en los recipientes de mezcla (valdes, canecas) cuando sobre ellos hay mercurio pero no hay flujo de agua y en la pilas de arenas contaminadas con mercurio y provenientes de los procesos de amalgamación.⁴⁸
- **Destilación de amalgamas al fuego:** Las amalgamas que entran a procesos de destilación liberan casi todo el mercurio en un lapso muy corto de tiempo cuando se les somete a la acción del fuego; existen dos formas de realizar la destilación de las amalgamas:

Circuito Abierto: Sucede cuando se dispone la amalgama seca (previamente escurrida) en recipientes metálicos y luego se coloca encima de un fogón o se cubre con la llama de un soplete; entonces el mercurio se evapora y es arrastrado por el aire y posteriormente los vapores se condensan en los alrededores del sitio del proceso. Este tipo de vapores están constituidos básicamente por mercurio metálico y unas pequeñas concentraciones de complejos de mercurio, como el óxido de mercurio.

Circuito cerrado: Cuando la amalgama es colocada dentro del crisol de una retorta, ocurre escape de vapores sólo en menos cantidad; una vez el operador calcula que se ha liberado el mercurio y condensado en forma metálica en el vaso para tal fin, destapa la retorta y saca la esponja de oro; la mayoría de las veces es necesario someterla a la llama del soplete para quitar residuos de mercurio, caso en el cual el vapor con mercurio pasa directamente al ambiente.⁴⁹

- **Fundición de amalgamas:** Las amalgamas, los precipitados de oro

⁴⁷ La minería de oro de pequeña escala en Colombia. UPME 2007. Bogotá

⁴⁸ La minería de oro de pequeña escala en Colombia. UPME 2007. Bogotá

⁴⁹ Guía práctica: Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y en pequeña escala. PNUMA 2012.

provenientes de los procesos de amalgamación que aún contienen cantidades apreciables de mercurio, son fundidas mediante soplete para tal fin; en este proceso se liberan al ambiente gases y vapores de mercurio metálico y de complejos de mercurio como los óxidos, boratos y sulfatos que se escapan a través del aire.⁵⁰

- **Destilación de amalgamas en disolución de ácidos:** En este proceso la amalgama es atacada con soluciones ácidas calientes, alcanzando temperaturas cercanas a los 60°C; los vapores formados de mercurio elemental y de compuestos inorgánicos de mercurio (como nitratos, sulfatos y cloratos) son liberados a la atmósfera.⁵¹



Fotografía 2.17 – 2.21. Mosaico del proceso para la eliminación del mercurio de la amalgama

⁵⁰ *Guía práctica: Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y en pequeña escala.* PNUMA 2012

⁵¹ *La minería de oro de pequeña escala en Colombia.* UPME 2007. Bogotá

2.4.3 Ejercicios realizados para cálculo de Emisiones de Mercurio basados en producción aurífera de pequeña escala por Colombia

En 2011 se realizó un estimativo por parte del Ministerio de Minas de Colombia y su programa de los Distritos Mineros, para calcular el volumen de emisiones de mercurio por la minería MAPE; donde se consideró el balance másico para estimar emisiones y liberaciones de mercurio realizado en los departamentos basados en los reportes de producción de oro, para el cual se siguieron los estándares considerados por los consultores del GMP-2 de ONUDI Colombia, Se realizó la estimación de las descargas anuales de mercurio a nivel departamental teniendo en cuenta los siguientes aspectos, que fueron recabados tanto de las visitas realizadas a las zonas mineras como de la revisión de información secundaria:

Formula de cálculo de emisiones para oro aluvial

$$(Producción\ de\ oro\ anual\ de\ aluvión(kg) * \frac{D\ kg\ Hg}{kg\ oro} * 0,70)] * \frac{100\ kg\ oro\ Ley\ 750}{75\ kg\ oro\ Ley\ 999,99}$$

Tabla 2.5 Resultados de emisiones de Hg según los reportes de producción oficiales por Departamento

DEPARTAMENTO	PRODUCCIÓN DE ORO POR DEPARTAMENTO (kg)	PRODUCCIÓN DE ORO DE FILÓN (kg)	PRODUCCIÓN DE ORO DE ALUVIÓN (kg)	LIBERACIONES A LA ATMÓSFERA Y LIBERACIONES A SUELO Y AGUA DE MERCURIO (kg)	LIBERACIONES A LA ATMÓSFERA Y LIBERACIONES A SUELO Y AGUA DE MERCURIO (g Hg/g oro producido)
2011					
Antioquia (*)	12.935,2	3.492,5	9.442,7	76.102,1	5,9
Bolívar	5.423,0	2.820,0	2.603,0	114.490,4	21,1
Caldas (**)	1.273,1	1.247,6	25,5	Sin cuantificar	Sin cuantificar
Cauca	1.127,6	530,0	597,6	8.171,0	7,2
Chocó	27.915,1	0,0	27.915,1	93.050,3	3,3
Córdoba	69,2	0,0	69,2	203,0	2,9
Huila	30,1	27,4	2,7	239,4	8,0
Nariño	235,8	49,5	186,3	1.609,9	6,8
Putumayo	73,7	15,5	58,2	503,2	6,8
Risaralda	36,0	36,0	0,0	226,8	6,3
Santander	60,4	60,4	0,0	70,5	1,2
Tolima	268,9	193,6	75,3	2.056,8	7,6
Valle del Cauca	200,6	126,4	74,2	1.505,3	7,5
TOTALES	49.648,70	8.598,85	41.049,85	298.228,75	7,05

(*) Valor de producción de oro no incluye la gran minería, Gran Colombia Gold y Mineros S.A. (que no utilizan mercurio).

(**) En general en Marmato y Riosucio no se está utilizando mercurio; únicamente hay uso de mercurio en pequeñas minas de aluvión (retros y cúbcos o explotaciones subterráneas en aluviones), pero no se han cuantificado usos, emisiones y liberaciones

Fuente: Ministerio de Minas y Energía, Distritos Mineros, Colombia 2011

2.5. Iniciativas para la Sensibilización y procura de la Formalización Minera para la Reducción del Mercurio por Colombia en el río Putumayo por Colombia – Caso ASOMICUAP

La presencia de los mineros en la cuenca del río Putumayo, se remota a los años 80 y 90, según memoria de los mineros determinan que las primeras balsas se registraron en Puerto Leguizamo en el año 1998 posterior de investigar en su construcción en la república de Brasil donde ya venían operando. Después de la expedición de la Ley 685 de 2001 el Ministerio de Minas y Energía hace presencia en Puerto Leguizamo como se documenta en los registros y oficios de la Asociación de Mineros ASOMICUAP, dentro de los cuales se cuenta con los radicados No. 2007038279 y 2007034877 del Ministerio de Minas y Energía en el año 2007 y se promueve por las partes, la conformación de una Área de Reserva Especial, acompañados por la Gobernación del Putumayo, así como de la autoridad ambiental regional colombiana, Corpoamazonia.⁵²

Así, mediante acompañamiento institucional y realizando capacitaciones en asociatividad, se registran ante la Cámara de Comercio del Putumayo, bajo registro número 4188 del 16 de junio de 2007, la Asociación de Mineros de las Cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo – ASOMICUAP-. Su sede registrada en Puerto Leguizamo, cuyo Nit 900.170.512-2, demuestra el reconocimiento Jurídico y Tributario de los mineros ante las autoridades regulatorias.⁵³

En 2007 la Asociación de Mineros presentan ante el Ministerio de Minas y Energía, solicitud para la creación de dos áreas de reserva especies en zonas de Puerto Leguizamo, y Tarapacá (río Putumayo) y en Puerto Rosario y Araracuara (río Caquetá).⁵⁴

Tabla 2.7. Localización de las solicitudes de áreas de reserva especial, solicitud en 2007.

TRAMO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS PLANAS	
RÍO PUTUMAYO				
Desde Leguizamo	00°11'42,5" S	74°47'02,6" W	927.100=Y	472.000=X
Hasta Tarapacá	02°53'23,0" S	69°44'51,0" W	1.482.250=Y	161.772=X
RÍO CAQUETÁ				
Desde Puerto Rosario	00°58' S	76°22' W	1.080.000=Y	600.000=X
Hasta Araracuara	00°36' S	72°24' W	852.300=Y	425.000=X

⁵² M Gonzalez 2025

⁵³ M Gonzalez 2025

⁵⁴ ASOMICUAP 2025

Copia Oficio enviado al Ministerio de Minas de Colombia año 2007

Puerto Leguízamo, 26-OCT-2007

Doctoras
BEATRIZ DUQUE MONTOYA
Directora de Minas
Ministerio de Minas y Energía
CAN
Bogotá D.C.

Asunto: Solicitud de declaratoria de Área de Reserva Especial

Respetada doctora Beatriz,

Por medio de la presente me permito allegar a su despacho, la solicitud del asunto, acompañada de las coordenadas del área de interés, una descripción detallada de los aspectos sociales y económicos contemplados en el artículo 31 del Código de Minas, una descripción breve de los aspectos más relevantes de la región y comunidad minera, tales como: número de explotadores, número de explotaciones o bocaminas, antigüedad de las labores, principales fuentes de ingreso, existencia de asociaciones comunitarias. Siguiendo la orientación que usted nos impartió con los oficios radicados No. 2007038279 y 2007034877 del Ministerio de Minas y Energía, con el fin de iniciar el trámite de declaración de un área de reserva especial en los ríos Caquetá y Putumayo.

Agradeciendo su colaboración.

BAUTISTA GÓNGORA
Presidente ASOMICUAP

Dirección de correspondencia Taller el Nuevo Calle 4 # 1-60 celular 3138322330 ó
3124808774 Leguízamo

Fuente: Registros ASOMICUAP, 2007

Tramites radicados de solicitudes de formalización minera por miembros de ASOMICUAP

INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS
República de Colombia

RESOLUCIÓN SIC No. 00263

POR MEDIO DE LA CUAL SE RECHAZA Y SE ARCHIVA LA SOLICITUD PARA LA LEGALIZACIÓN DE EXPLOTACIONES MINERAS No. 770-091

La Subdirección de Contratación y Títulos del Instituto Colombiano de Geología y Minería - INGEOMINAS, en uso de sus facultades legales y en especial las contenidas en el numeral 1º del artículo 2º de la Constitución No. 220 del 10 de noviembre de 2004 y

CONSIDERANDO

Que el señor **PABLO EMILIO CORDOBA PEREA**, el 12 de agosto de 2004, presentó solicitud de Legalización de Explotaciones Mineras de un yacimiento de **MINERALES I ORO Y SUS CONCENTRADOS Y MINERALES DE PLATA Y SUS CONCENTRADOS** localizado en jurisdicción de los Municipios de **SOLANO Y LEGUIZAMO**, Departamento de **CAQUETÁ Y PUTUMAYO**, lo cual fue radicado bajo el No. **770-091**.

Que mediante auto del 10 de septiembre de 2005, la Subdirección de Contratación y Títulos, resolvió al interesado, para que aportara una de las pruebas conducentes a establecer la vigencia de la explotación minera de conformidad con la solicitud planteada en el numeral 1º del artículo 2º del Decreto 2390 de 2002, aportara una copia del Decreto 2201 de 2003 y mencionara el artículo del área resultante del informe.

Que dicho auto fue modificado en el estado judicial número 74 del 22 de septiembre de 2005 (8.17 vto).

Que el artículo 3º, parágrafo 1º, del Decreto 2390 de 2002, establece:

"En el caso de que la solicitud de legalización no sea presentada en el formulario establecido, para el efecto o cuando no sea oportuno y precisa, se aplicará en el mismo, la autoridad minera competente en el territorio no mayor a veinte (20) días a requerir la información para que la complete o sustente, de otro caso, dentro de la solicitud, el mismo para corregir o subsanar la información será de hasta treinta (30) días y la autoridad minera competente con un plazo de treinta (30) días para resolver definitivamente.

Que como a la fecha no se ha habido pronunciación alguna sobre el auto del 10 de septiembre de 2005, por lo tanto por la Subdirección de Contratación y Títulos y el tenor al artículo 3º, parágrafo 1º, del Decreto 2390 de 2002, se procedió al rechazo la solicitud por la legalización de explotaciones mineras número **770-091**.

En mérito de lo expuesto, el **INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA, INGEOMINAS**,

Alfredo Gaspar Robero Florez
GERENTE OPERATIVO REGIONAL PASTO

LARM/02
02 57

Carolina T. N. 31-10 - Pág. 5 - Expediente 000000000 - Tel. 280 31 11 - 280 91 11 - Fax 280 99 51
A.A. 280 99 51 - Bogotá D.C., Colombia

MINERCOL
Sociedad Nacional Minera, Ltda.
República de Colombia

EL SUICRITO GERENTE OPERATIVO REGIONAL DE LA EMPRESA NACIONAL MINERA LIMITADA "MINERCOL LTDA" EN LA CIUDAD DE PASTO,

HACE CONSTAR:

Que **MANUEL DORADO** presentó solicitud de legalización de explotación minera de un yacimiento de ORO ubicado en el municipio de **PUERTO LEGUIZAMO**, departamento de **PUTUMAYO**, solicitud radicado con el No. **EGS-114**.

Que la solicitud según el sistema de información de áreas en línea de **MINERCOL LTDA**, se encuentra en la DIVISION DE CONTRATACION Y TITULACION en BOGOTÁ D.C. para **EVALUAR SOLICITUD DE LEGALIZACION**, transcurrido de conformidad con lo establecido en el Artículo 165 de la Ley 685 de 2001 y el Decreto 2390 de 24 de Octubre de 2002, y hasta tanto la solicitud no sea resuelta por la autoridad minera, no habrá lugar a la aplicación de la suspensión en los artículos 161 (DESCOMISO) y 166 (SUSPENSIÓN ACTIVIDAD DE EXPLOTACION POR PARTE DE LOS ALCALDES), ni en los trámites acción penal en su contra según los artículos 158 y 160 del Código de Minas, desde el 12 de Agosto de 2003.

Que la autoridad minera una vez cumple con lo establecido en el Decreto 2390 de 2002 iniciará la respuesta al evaluador.

Se firma en San Juan de Pasto, a los **VEINTICINCO (25)** días del mes de Septiembre del año dos mil tres (2003) siendo las 09:58 horas.

Alfredo Gaspar Robero Florez
GERENTE OPERATIVO REGIONAL PASTO

LARM/02
02 57

Carolina T. N. 31-10 - Pág. 5 - Expediente 000000000 - Tel. 280 31 11 - 280 91 11 - Fax 280 99 51
A.A. 280 99 51 - Bogotá D.C., Colombia

MINERCOL
Sociedad Nacional Minera, Ltda.
República de Colombia

EL SUICRITO GERENTE OPERATIVO REGIONAL DE LA EMPRESA NACIONAL MINERA LIMITADA "MINERCOL LTDA" EN LA CIUDAD DE PASTO,

HACE CONSTAR:

Que **MANUEL DORADO** presentó solicitud de legalización de explotación minera de un yacimiento de ORO ubicado en el municipio de **PUERTO LEGUIZAMO**, departamento de **PUTUMAYO**, solicitud radicado con el No. **EGS-114**.

Que la solicitud según el sistema de información de áreas en línea de **MINERCOL LTDA**, se encuentra en la DIVISION DE CONTRATACION Y TITULACION en BOGOTÁ D.C. para **EVALUAR SOLICITUD DE LEGALIZACION**, transcurrido de conformidad con lo establecido en el Artículo 165 de la Ley 685 de 2001 y el Decreto 2390 de 24 de Octubre de 2002, y hasta tanto la solicitud no sea resuelta por la autoridad minera, no habrá lugar a la aplicación de la suspensión en los artículos 161 (DESCOMISO) y 166 (SUSPENSIÓN ACTIVIDAD DE EXPLOTACION POR PARTE DE LOS ALCALDES), ni en los trámites acción penal en su contra según los artículos 158 y 160 del Código de Minas, desde el 12 de Agosto de 2003.

Que la autoridad minera una vez cumple con lo establecido en el Decreto 2390 de 2002 iniciará la respuesta al evaluador.

Se firma en San Juan de Pasto, a los **VEINTICINCO (25)** días del mes de Septiembre del año dos mil tres (2003) siendo las 09:58 horas.

Alfredo Gaspar Robero Florez
GERENTE OPERATIVO REGIONAL PASTO

LARM/02
02 57

Carolina T. N. 31-10 - Pág. 5 - Expediente 000000000 - Tel. 280 31 11 - 280 91 11 - Fax 280 99 51
A.A. 280 99 51 - Bogotá D.C., Colombia

MINERCOL
Sociedad Nacional Minera, Ltda.
República de Colombia

EL SUICRITO PROFESIONAL - ABOGADO DE LA GERENCIA OPERATIVA REGIONAL DE LA EMPRESA NACIONAL MINERA LIMITADA "MINERCOL LTDA" EN LA CIUDAD DE PASTO,

HACE CONSTAR:

QUE EL SEÑOR **JAIRO BARBOSA ORTIZ** PRESENTÓ SOLICITUD DE LEGALIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN MINERA DE UN YACIMIENTO DE ORO ALLUVIAL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE **PUERTO LEGUIZAMO**, DEPARTAMENTO DE **PUTUMAYO**, SOLICITUD RADICADA CON EL No. **OLV-282**.

QUE DESDE DIA DE LA RADICACION EL SISTEMA DE INFORMACION DE AREAS EN LINEA DE **MINERCOL LTDA** EL EXPEDIENTE SE ENCUENTRA EN EVALUACION DE LA SOLICITUD DE LEGALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 165 DE LA LEY 685 DE 2001.

SE FIRMA EN SAN JUAN DE PASTO A LOS TREINTA Y UN (31) DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL DOS (2002) SIENDO LAS 18:56 HORAS.

Antonio Ruanro Montenegro
PROFESIONAL - ABOGADO
GERENCIA OPERATIVA REGIONAL PASTO

LARM/02
02 57

Carolina T. N. 31-10 - Pág. 5 - Expediente 000000000 - Tel. 280 31 11 - 280 91 11 - Fax 280 99 51
A.A. 280 99 51 - Bogotá D.C., Colombia

MINERCOL
Sociedad Nacional Minera, Ltda.
República de Colombia

EL SUICRITO PROFESIONAL - ABOGADO DE LA GERENCIA OPERATIVA REGIONAL DE LA EMPRESA NACIONAL MINERA LIMITADA "MINERCOL LTDA" EN LA CIUDAD DE PASTO,

HACE CONSTAR:

QUE EL SEÑOR **JUAN CARLOS VALEZUELA** PRESENTÓ SOLICITUD DE LEGALIZACIÓN DE EXPLOTACIÓN MINERA DE UN YACIMIENTO DE ORO ALLUVIAL UBICADO EN EL MUNICIPIO DE **PUERTO LEGUIZAMO**, DEPARTAMENTO DE **PUTUMAYO**, SOLICITUD RADICADA CON EL No. **OLV-282**.

QUE DESDE DIA DE LA RADICACION EL SISTEMA DE INFORMACION DE AREAS EN LINEA DE **MINERCOL LTDA** EL EXPEDIENTE SE ENCUENTRA EN EVALUACION DE LA SOLICITUD DE LEGALIZACION DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 165 DE LA LEY 685 DE 2001.

SE FIRMA EN SAN JUAN DE PASTO, A LOS TREINTA Y UN (31) DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL DOS (2002) SIENDO LAS 18:56 HORAS.

Antonio Ruanro Montenegro
PROFESIONAL - ABOGADO
GERENCIA OPERATIVA REGIONAL PASTO

LARM/02
02 57

Carolina T. N. 31-10 - Pág. 5 - Expediente 000000000 - Tel. 280 31 11 - 280 91 11 - Fax 280 99 51
A.A. 280 99 51 - Bogotá D.C., Colombia

MINERCOL
Sociedad Nacional Minera, Ltda.
República de Colombia

EL SUICRITO GERENTE OPERATIVO REGIONAL DE LA EMPRESA NACIONAL MINERA LIMITADA "MINERCOL LTDA" EN LA CIUDAD DE PASTO,

HACE CONSTAR:

Que **RODOLFO RODRIGUEZ** presentó solicitud de legalización de explotación minera de un yacimiento de ORO ubicado en el municipio de **EL ENCANTO**, departamento de **AMAZONAS**, solicitud radicado con el No. **EGS-152**.

Que la solicitud según el sistema de información de áreas en línea de **MINERCOL LTDA**, se encuentra en la DIVISION DE CONTRATACION Y TITULACION en BOGOTÁ D.C. para **EVALUAR SOLICITUD DE LEGALIZACION**, transcurrido de conformidad con lo establecido en el Artículo 165 de la Ley 685 de 2001 y el Decreto 2390 de 24 de Octubre de 2002, y hasta tanto la solicitud no sea resuelta por la autoridad minera, no habrá lugar a la aplicación de la suspensión en los artículos 161 (DESCOMISO) y 166 (SUSPENSIÓN ACTIVIDAD DE EXPLOTACION POR PARTE DE LOS ALCALDES), ni en los trámites acción penal en su contra según los artículos 158 y 160 del Código de Minas, desde el 11 de Agosto de 2003.

Que la autoridad minera una vez cumple con lo establecido en el Decreto 2390 de 2002 iniciará la respuesta al evaluador.

Se firma en San Juan de Pasto, a los **VEINTICINCO (25)** días del mes de Septiembre del año dos mil tres (2003) siendo las 09:58 horas.

Alfredo Gaspar Robero Florez
GERENTE OPERATIVO REGIONAL PASTO

LARM/02
02 57

Carolina T. N. 31-10 - Pág. 5 - Expediente 000000000 - Tel. 280 31 11 - 280 91 11 - Fax 280 99 51
A.A. 280 99 51 - Bogotá D.C., Colombia

Fuente: Registros ASOMICUAP, 2007

2.5.1 Problemática de la Formalización Minera respecto a la Georeferenciación Fronteriza

Las distintas instituciones que estuvieron a cargo la formalización y la fiscalización minera, como Minercol (hasta 2004), Ingeominas – Servicio Geológico Colombiano (hasta 2011) y hoy la Agencia Nacional de Minería, considera en sus requisitos para iniciar un proceso minero, la determinación de la georeferenciación.⁵⁵ Este requisito aplica en las minas donde el mineral está confinado a una beta o un manto enriquecido, pero es una dificultad sobre un placer aluvial que se crea y mueve con la dinámica hídrica de un río.⁵⁶ Esta situación y otras más, como la duda razonable de la extensión del área de la zona de reserva forestal de Ley 2, determinándose su fin en la margen del río o su perímetro incluye el espejo de agua del cauce del río; estas situaciones generan muchos rechazos en los distintos intentos de formalización los cuales se han generado de manera asociativa o particular de los mismos integrantes. La mayor dificultad con la georeferenciación se presenta en la división fronteriza entre países.⁵⁷

A continuación, se explica con mayor detalle este inconveniente, para el proceso de formalización de la actividad minera:

2.5.1.1 Tratado Fronterizo Colombia – Perú, Salomón - Lozano (Firmado en 1922 y ratificado por las dos repúblicas en 1928)

Se determina bajo el trazado fronterizo, que la frontera de los dos países será así: **Inicio:** La frontera comienza en la unión de los ríos Güepí y Putumayo, en la zona donde se encuentran Colombia, Perú y Ecuador. **Río Putumayo:** Desde este punto, la frontera sigue el curso del río Putumayo aguas abajo hasta la boca del río Yaguas. **Línea recta:** A partir de la boca del río Yaguas (en el Putumayo), se traza una línea recta hasta la boca del río Atacuari, ubicado en el río Amazonas. **Río Amazonas:** La frontera continúa por el curso del río Amazonas hacia abajo hasta la quebrada de San Antonio, marcando el inicio de la frontera con Brasil. Haciendo solo referencia geográfica dentro de los ríos Putumayo y Amazonas, al Thalweg de los mismos.

Esto a nivel macro territorial, funciona; pero para el caso de la pequeña escala como las actividades de minería, que se realizan específicamente sobre el cauce del río

⁵⁵ Ministerio de Minas y Energía, Ley 685 de 2001

⁵⁶ P Ramirez, Creación de Aluviales Auríferos, EU, 2023

⁵⁷ M Gonzalez 2025.

2.5.1.2 Sistemas de Georeferenciación Minera Colombiana

Cuadrilla Territorio Colombia

Map showing the Amazon region of Colombia, including departments like Amazonas, Vaupés, and Vichada, and municipalities like Leticia, Guayaquillo, and Tarama. The map includes a coordinate grid, a scale bar, and a legend.

LEYENDA

- Sección
- Subcontrato
- Título Vigente
- Áreas Excluídas
- Línea Costa
- Drenaje Doble
- Humedal
- Pais
- Departamento
- Municipio

Fecha: 11/06/2025
Hora: 10:56:26
Escala: 1:3.000.000

Este mapa representa una imagen estática generada por el usuario desde un sitio de mapeo de la Internet y sirve solo para referencia. Los datos de datos que aparecen en este mapa pueden o no ser precisos, actualizados o confiables.
ESTE MAPA NO SE DEBE UTILIZAR PARA NAVEGACION.

Figura 2.9. Dificultad para acceder a una celda geográfica minera. Este Estudio⁵⁸

⁵⁸ Agencia Nacional de Minería- Documento técnico para la actualización del sistema de referencia y la adopción de la cuadrícula minera en la ANM 2018

2.5.2 Zonas de exclusión

De conformidad al código de Minas, Ley 685 de 2001 en Colombia, en su art 34, determina las zonas de exclusión minera, las cuales corresponden a áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales, parques naturales de carácter regional y zonas de reserva forestales. Para el caso del Departamento del Putumayo y Amazonas, existen varias áreas delimitadas como parques nacionales y la reserva Forestal de Ley 2, se extiende por gran parte del territorio y las autoridades no se han pronunciado oficialmente, sobre si la delimitación de la reserva forestal finaliza en la margen o trasciende sobre el espejo de agua del río.

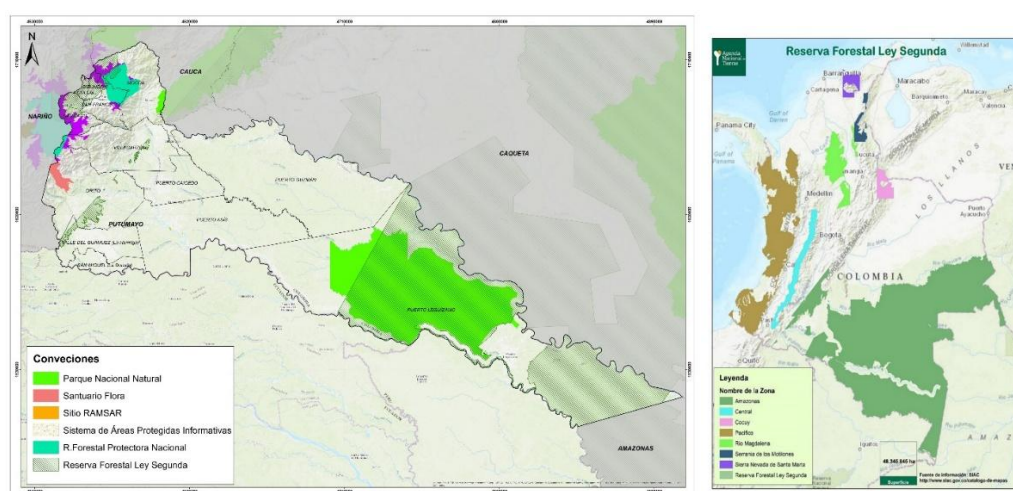


Figura 2.10 y 2.11. Áreas de Parques Naturales en Rio Putumayo. Fuente: Ministerio de Minas 2025 y Área de Reserva Forestal Ley 2. Fuente: Agencia Nacional de Tierras, 2025.

2.6. Aplicación de Encuesta Validada por WCS a los mineros del Rio Putumayo

Wildlife Conservation Society – WCS, dentro del marco del proyecto ha generado y validado una encuesta a aplicarse a los distintos actores (activos y pasivos) de la cuenca del rio Putumayo-Içá que son afectados por el nivel de contaminación y en especial por la actividad minera.

La encuesta consta de 48 espacios consultivos tipo pregunta, con los cual genera una caracterización en tres ámbitos como: Demografía, Socioeducativa y Minería, Salud y Medio Ambiente.

Hasta el momento del presente informe, la encuesta se ha aplicado en:

- **Colombia**

Conforme a la división política interna, se ha realizado en Dos departamentos del área directa de la cuenca: *Putumayo*: En cuatro (4) municipios: Colón, San Francisco, Orito y Puerto Leguizamo. *Amazonas*: en el municipio de Leticia. En esta última reunión, se hicieron presentes varios mineros brasileiros.

- **Ecuador**

Se aplico para Una Provincia: *Sucumbíos*, dentro del Canton: Lago Agrio, Municipalidad de Nueva Lonja.

- **Perú**

Se aplico para Un departamento: *Loreto*, una Provincia: Putumayo, Municipalidad San Antonio del Estrecho.

Al analizar las encuestas aplicadas (56) hasta el momento, tenemos la siguiente información:

2.6.1 Caracterización Demográfica de la Población Minera en la Cuenca Putumayo-Içá

El presente capítulo ofrece un análisis detallado sobre la composición humana de las comunidades y grupos de trabajo encuestados en el marco del Proyecto Putumayo - Içá. Entender quiénes son los actores en el territorio es el primer paso fundamental para diseñar intervenciones sociales, económicas y ambientales

efectivas. A través de la recolección de datos primarios, se ha logrado construir una radiografía que revela no solo la estructura básica de género y edad, sino también las dinámicas poblacionales que definen la fuerza laboral en esta zona de frontera y extracción.

2.6.2 Análisis de la Estructura Poblacional

Los hallazgos revelan una masculinización contundente del sector productivo en la zona. Con una representación masculina superior al 90%, la minería en esta región sigue respondiendo a patrones tradicionales de división del trabajo, donde la mujer tiene una participación directa marginal en las actividades de extracción reportadas. Este desequilibrio de género plantea interrogantes sobre el rol invisible de la mujer en la economía del cuidado y actividades complementarias, sugiriendo que las intervenciones deben tener enfoques diferenciados para lograr una inclusión real.

2.6.2.1 Dinámicas Etarias y Relevo Generacional

Un aspecto crítico identificado es el envejecimiento de la población activa. Los datos indican que casi la totalidad de la muestra se encuentra en edad adulta (27-59 años) o son adultos mayores (más de 60 años), con una ausencia casi total de adultos jóvenes (19-26 años). Esta distribución sugiere dos fenómenos posibles: un bajo relevo generacional en la actividad minera artesanal, donde los jóvenes podrían estar migrando hacia otras actividades o zonas urbanas, o bien, una barrera de entrada para las nuevas generaciones. La presencia significativa de adultos mayores (32%) añade una capa de vulnerabilidad, dado que las labores físicas exigentes de la minería se realizan en cuerpos con mayor susceptibilidad a enfermedades y accidentes laborales.

2.6.2.2 Conclusión

El perfil demográfico nos muestra una comunidad de mineros experimentados y envejecidos, predominantemente masculina. Este contexto exige que cualquier programa de salud ocupacional o reconversión productiva considere las limitaciones físicas asociadas a la edad y aborde las barreras de género que actualmente invisibilizan a la mujer en el sector.

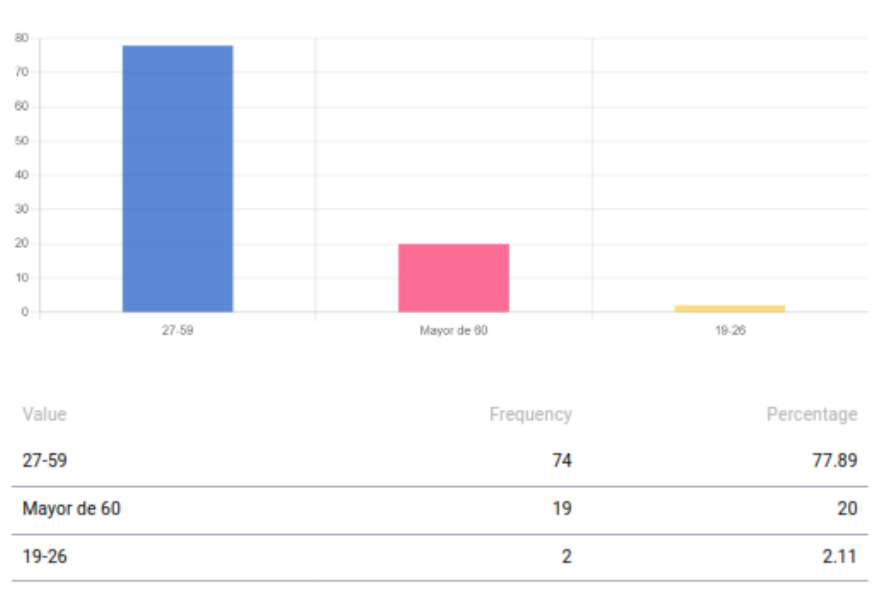


Figura 2.11. Análisis Grafico de Mineros Entrevistados, Este Estudio,2025.

2.6.3 Descripción del Perfil Socioeducativo y Étnico: Tejido Social, Identidad y Capital Humano

La sostenibilidad de cualquier proyecto de desarrollo depende intrínsecamente del capital humano disponible y del respeto a la diversidad cultural del territorio. Este capítulo explora el nivel educativo y la autoidentificación étnica de la población objetivo en la zona del Putumayo. Estas variables no son meros datos estadísticos; son indicadores determinantes que condicionan la capacidad de adopción de nuevas tecnologías, la comprensión de riesgos ambientales y la cohesión social necesaria para la gestión comunitaria de recursos.

2.6.3.1 Brechas Educativas y Retos de Formación

El panorama educativo es desafiante. El análisis de los datos arroja que una vasta mayoría de la población (cerca del 82%) tiene como nivel máximo de escolaridad la primaria, o carece totalmente de educación formal. De hecho, el grupo más grande es aquel que reporta "ningún" nivel de estudios. Esta realidad impone una barrera estructural significativa para la implementación de procesos de formalización minera que requieran trámites burocráticos complejos o la adopción de tecnologías limpias sofisticadas. Las estrategias de capacitación del proyecto deberán, por tanto, basarse en metodologías andragógicas, visuales y prácticas, evitando la dependencia de materiales escritos técnicos que podrían resultar inaccesibles para casi la mitad de la población.

2.6.3.2 Diversidad e Identidad Cultural

Desde la perspectiva étnica, la zona del Putumayo - Içá se confirma como un crisol de identidades, aunque con matices importantes. Si bien más de la mitad de los encuestados no se autoidentifica con un grupo étnico específico, existe una presencia significativa y equilibrada de comunidades indígenas y afrocolombianas, seguidas por población campesina. Esta diversidad implica que no existe una "visión única" del territorio; las cosmovisiones sobre el uso del suelo, el agua y el oro varían entre estos grupos.

2.6.3.3 Conclusión

La intersección entre bajos niveles educativos y diversidad étnica sugiere la necesidad de un enfoque intercultural flexible. El proyecto no solo se enfrenta a un reto técnico, sino pedagógico. El éxito de las iniciativas dependerá de la capacidad de traducir conceptos técnicos complejos a un lenguaje accesible, respetando y aprovechando los saberes tradicionales de las comunidades indígenas, afro y campesinas que cohabitan en la región.

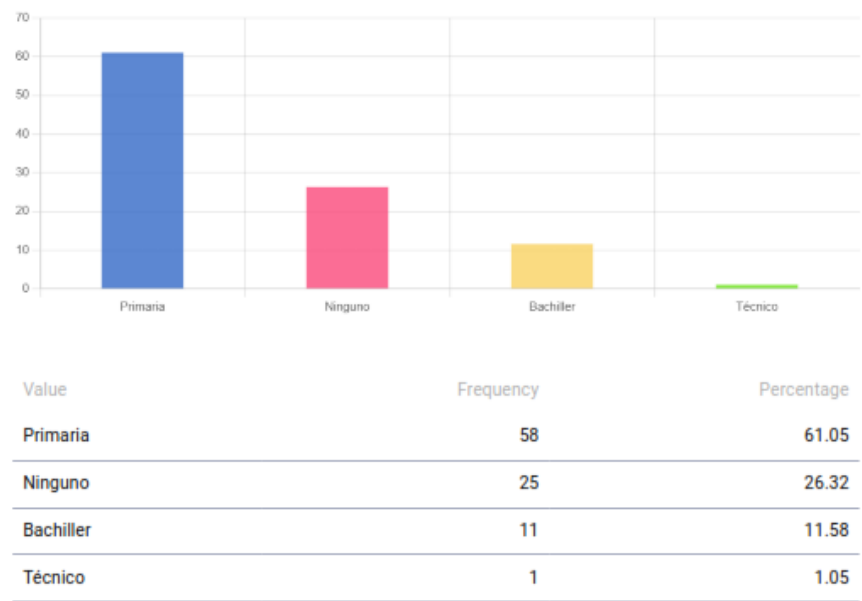


Figura 2.12. Análisis Grafico de Mineros Entrevistados, Este Estudio,2025.

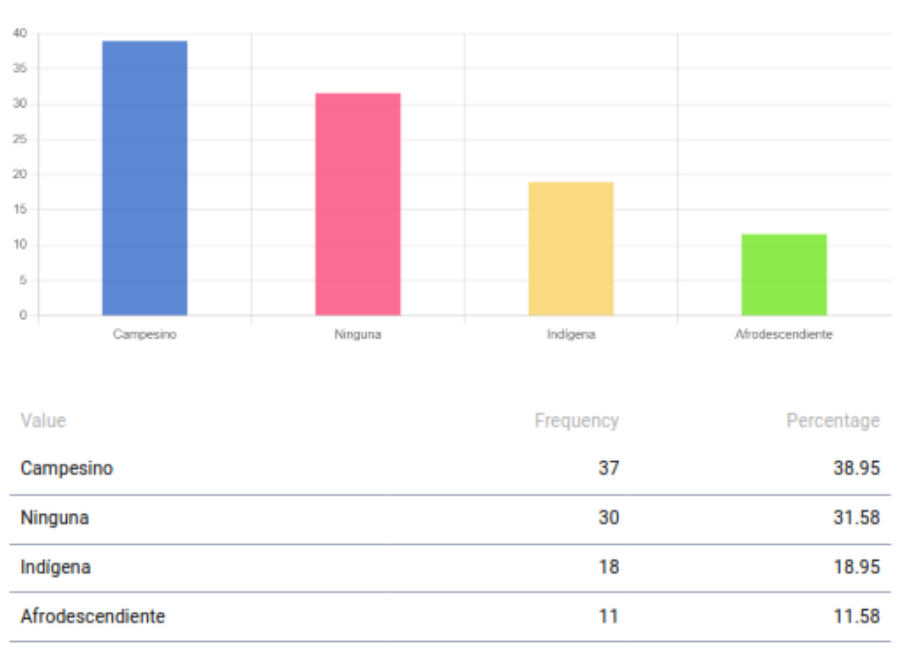


Figura 2.13. Análisis Grafico de Mineros Entrevistados, Este Estudio,2025.

2.6.4 Minería, Salud y Medio Ambiente: Prácticas Extractivas y Salud Ambiental

La relación entre la actividad económica y el entorno natural define la calidad de vida en la cuenca del Putumayo. Este capítulo aborda la dimensión más crítica del estudio: las prácticas mineras, el uso de sustancias químicas y su correlación directa con la salud pública y el estado de los recursos hídricos. Al analizar las herramientas utilizadas, la dependencia del mercurio y las enfermedades prevalentes, se hace evidente que la salud del ecosistema y la salud humana son, en este contexto, una sola entidad indivisible.

2.6.4.1 La Huella del Mercurio y la Tecnología Extractiva

Los datos recolectados confirman una alta dependencia del mercurio en los procesos de beneficio del oro, con más del 60% de los mineros afirmando su uso. Esta cifra es alarmante y sitúa a la región en una categoría de alto riesgo ambiental. Las técnicas empleadas, que van desde el uso artesanal de bateas y canalones hasta equipos de buceo (minería de aluvión), sugieren una interacción directa y constante con los sedimentos del río, donde el mercurio tiende a acumularse y bioamplificarse. La minería aquí no es industrial a gran escala, pero su carácter difuso y el uso intensivo de químicos generan un impacto acumulativo severo.

2.6.4.2 Vulnerabilidad Hídrica y Epidemiológica

Quizás el hallazgo más preocupante es la correlación entre las fuentes de agua y la morbilidad. La mayoría de la población depende del agua de lluvia o directamente del río para su consumo, al tiempo que el río es el receptor de los vertimientos mineros. Esta falta de acceso a agua potable tratada se refleja en el perfil epidemiológico reportado: enfermedades transmitidas por vectores (Paludismo, Dengue) coexisten con afecciones gastrointestinales y dermatológicas (sarpullidos, manchas). Estas últimas podrían ser indicadores centinela de contacto con agua contaminada, ya sea por patógenos biológicos o por irritantes químicos derivados de la actividad extractiva.

2.6.4.3 Conclusión

La situación descrita configura un escenario de "riesgo crónico". La práctica minera actual, combinada con la precariedad en los servicios de saneamiento básico, crea un ciclo de retroalimentación negativa: la actividad que genera el sustento económico es la misma que compromete la base biológica de la supervivencia (el agua). Las estadísticas presentadas en este capítulo justifican la urgencia de implementar tecnologías libres de mercurio y, más imperativamente, soluciones de acceso a agua segura para las comunidades ribereñas.

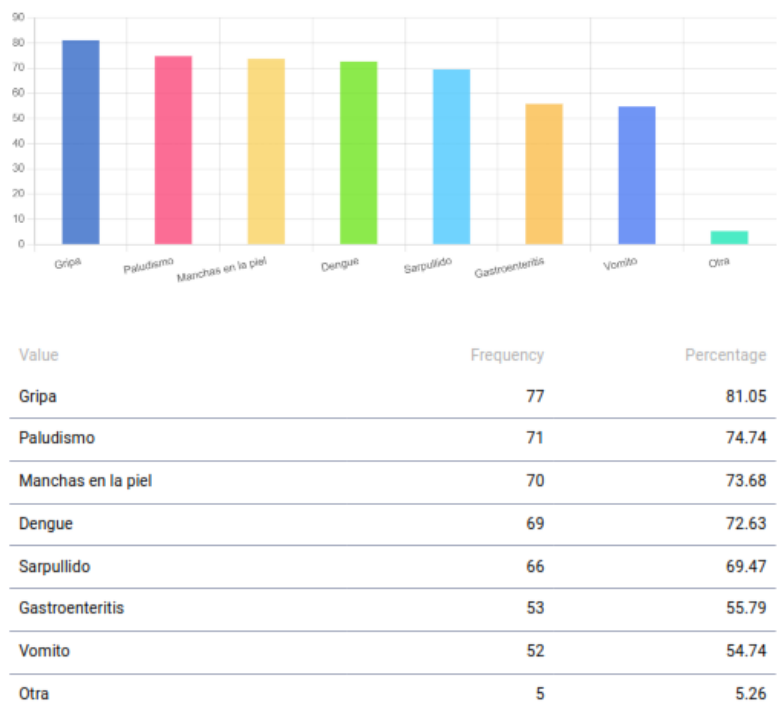


Figura 2.14. Análisis Grafico de Mineros Entrevistados, Este Estudio,2025.

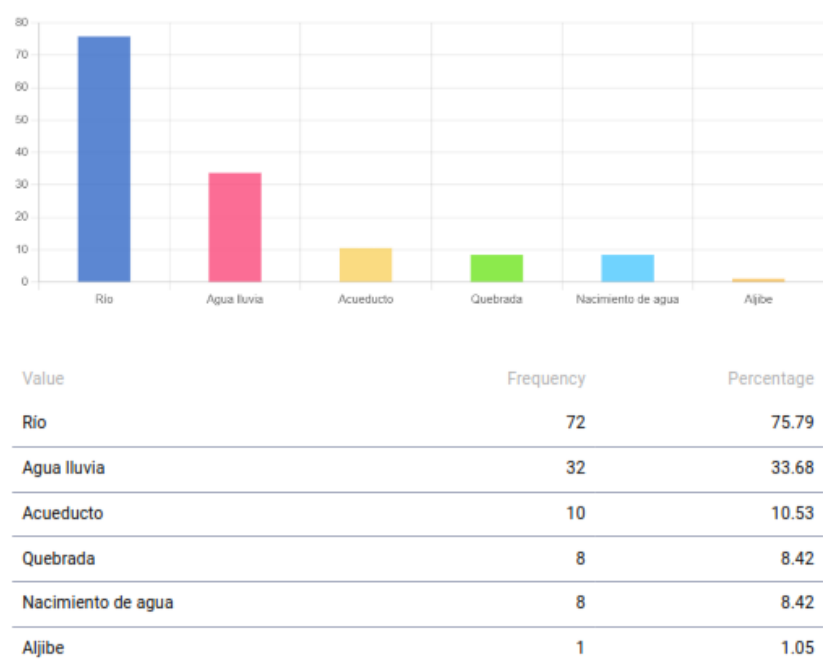


Figura 2.15. Análisis Grafico de Mineros Entrevistados, Este Estudio,2025.

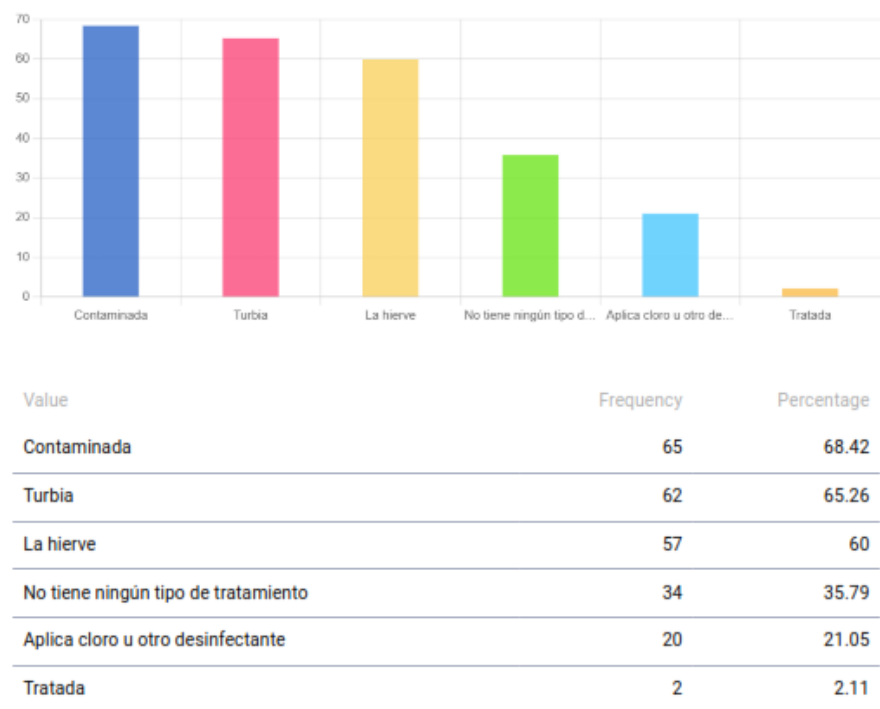


Figura 2.16. Análisis Grafico de Mineros Entrevistados, Este Estudio,2025.

3 EL CICLO DEL MERCURIO EN EL ECOSISTEMA AMAZÓNICO

El ciclo biogeoquímico del mercurio en la Amazonía es un proceso complejo impulsado por una combinación de factores naturales y, cada vez más, antropogénicos. Aunque el mercurio existe de forma natural en los suelos antiguos de la selva, actividades humanas como la deforestación y, principalmente, la minería de oro artesanal e ilegal, han alterado drásticamente su dinámica, liberando toneladas de este metal al medio ambiente. Una vez liberado, ya sea por emisiones atmosféricas o vertidos directos, el mercurio elemental viaja a través del aire y el agua, depositándose finalmente en los extensos sistemas fluviales y suelos de la cuenca, donde comienza su transformación más peligrosa.

Un componente crítico de este ciclo ocurre en los sedimentos anóxicos (sin oxígeno) de los humedales y lechos de los ríos amazónicos, donde bacterias específicas transforman el mercurio inorgánico en metilmercurio, su forma orgánica más tóxica. Las condiciones únicas del ecosistema amazónico, como sus llanuras de inundación, las altas temperaturas y la abundancia de materia orgánica en descomposición, actúan como catalizadores que aceleran esta metilación, facilitando que el metal ingrese eficazmente a la base de la red trófica acuática.

Una vez en la cadena alimentaria, el metilmercurio sufre un proceso de biomagnificación, aumentando su concentración exponencialmente a medida que asciende por los niveles tróficos, desde el plancton hasta los peces carnívoros y grandes depredadores como el bagre o el delfín rosado. Este fenómeno convierte a la fauna acuática en un reservorio de contaminantes, generando un grave riesgo de salud pública para las comunidades indígenas y ribereñas que dependen de la pesca como su principal fuente de proteínas, exponiéndolas a efectos neurotóxicos y sistémicos severos.

3.1 Fuentes de Emisión y Liberación de Mercurio Natural

Las emisiones primarias de mercurio natural se originan fundamentalmente en la actividad geológica del planeta, donde el metal es movilizado desde la corteza terrestre hacia la atmósfera y los cuerpos de agua. Las erupciones volcánicas y los sistemas geotérmicos actúan como las principales válvulas de escape, liberando gases ricos en mercurio elemental y particulado directamente a la atmósfera. Paralelamente, procesos continuos de meteorización y erosión desgastan rocas que contienen minerales de mercurio, como el cinabrio, transportando estas partículas a través de la escorrentía hacia ríos y lagos, integrando así el metal de forma basal en los sistemas acuáticos.

Un segundo componente crítico es la re-emisión de mercurio previamente depositado en ecosistemas, un proceso que recicla el metal y extiende su permanencia en el ambiente. Los incendios forestales juegan un rol protagonista en

este mecanismo, al liberar súbitamente el mercurio que la vegetación y los suelos habían secuestrado durante años, devolviéndolo al aire en forma gaseosa. Del mismo modo, los océanos funcionan como un reservorio dinámico que, a través de la evasión de gases desde la superficie del agua, re-emite constantemente mercurio a la atmósfera, perpetuando un ciclo global donde las fronteras entre emisiones "nuevas" y "recicladas" se difuminan.

3.1.1 Estudio Caso Quebrada La Tosoy – Municipio de Mocoa, Colombia, Cuenca Media del río – Piedemonte Amazónico.

3.1.1.1 Ficha Técnica del Documento

- **Título Original:** Predicción preliminar de generación de Drenaje Ácido de Roca DAR y lixiviación de metales asociados del pozo MD043 - pórfido cobre-molibdeno Mocoa, Putumayo.
- **Entidad:** Servicio Geológico Colombiano (SGC) - Dirección de Recursos Minerales.
- **Fecha de Publicación:** noviembre de 2024.
- **Ubicación del Proyecto:** Mocoa, Departamento del Putumayo, Colombia.
- **Objetivo Principal:** Evaluar de manera preliminar el potencial de las rocas del proyecto minero para generar drenajes ácidos y liberar metales peligrosos al medio ambiente, utilizando muestras del núcleo de perforación MD043 y aguas superficiales.

3.1.1.2 Resumen ejecutivo

Este informe documenta un estudio preliminar realizado por el SGC para evaluar los riesgos geoambientales del depósito de cobre-molibdeno en Mocoa. La investigación se centra en la capacidad de las rocas para generar Drenaje Ácido de Roca (DAR) y la lixiviación de Elementos Potencialmente Peligrosos (EPP).

El estudio se basó en el análisis de 32 muestras de roca extraídas del núcleo de perforación MD043 y 3 muestras de agua superficial de la quebrada Tosoy. Es crucial notar que el estudio tiene limitaciones de representatividad, ya que no se tuvo acceso a un tramo de aproximadamente 500 metros del núcleo (la zona más mineralizada), lo que implica que los resultados podrían subestimar el potencial ácido real del depósito.

- **Hallazgos Principales:**

1. **Potencial de Acidez:** La mayoría de las litologías analizadas (dacitas y brechas) presentan un alto potencial de generación de ácido debido a la

abundancia de sulfuros (pirita, calcopirita) y una escasez crítica de minerales neutralizantes (carbonatos).

2. **Calidad del Agua:** Las muestras de la quebrada Tosoy confirmaron la presencia actual de drenajes ácidos naturales (pH ~4.0).
3. **Contaminación Crítica:** Se detectaron concentraciones de mercurio (Hg) que superan en más de 70 veces los límites permitidos para consumo humano, además de excesos en aluminio, manganeso y cobre.
4. **Riesgo Futuro:** Aunque actualmente no hay explotación, la minería intensificaría la oxidación de sulfuros, exacerbando la liberación de metales y acidez hacia los ecosistemas.

3.1.1.3 Resultados: geoquímica de aguas superficiales

El análisis de la quebrada Tosoy revela un escenario de contaminación natural agudo, agravado por la geología del depósito.

- **Acidez (pH):** En la parte alta de la cuenca, el agua es ácida con valores de pH de 4.0 y 4.1. Aguas abajo, el pH se neutraliza a 6.9 debido a la dilución, pero la carga metálica persiste.
- **Sulfatos y Conductividad:** Se reportan valores de conductividad de hasta 142,9 μ S/cm y sulfatos de 63,89 mg/L, indicando procesos activos de oxidación de sulfuros.
- **Elementos Críticos (Hg, Al, Mn, Cu):**
 - **Mercurio (Hg):** Todas las muestras superan las 70 ppb (norma potable: 1 ppb). Esto representa un riesgo toxicológico severo.
 - **Cobre (Cu):** Concentraciones de hasta 954 μ g/L, muy superiores a los promedios mundiales para aguas superficiales (7 μ g/L).
 - **Aluminio (Al) y Manganeso (Mn):** Superan los límites para agua potable y uso agrícola.

Conclusión Hídrica: El agua de la quebrada Tosoy no es apta para consumo humano ni actividades agropecuarias debido a la toxicidad por mercurio y acidez.

3.1.1.4 Predicción de drenaje ácido (DAR)

Se utilizaron dos métodos complementarios para evaluar el riesgo:

3.1.1.4.1 Índice ARDI (Acid Rock Drainage Index)

Es una evaluación textural y mineralógica.

- **Resultados:** La mayoría de las muestras (Dacitas, Brechas, Dioritas) se clasifican como "Formadoras de Ácido" (PAF).

3.1.1.4.2 Balances Ácido-Base (ABA)

- **Potencial Ácido (PA):** Muy alto en casi todo el núcleo, correlacionado directamente con el contenido de azufre total (pirita/pirrotina).
- **Potencial de Neutralización (PN):** Críticamente bajo en los primeros 700 m. Solo es positivo en el Skarn profundo.
- **Potencial Neto de Neutralización (PNN):** Predominantemente negativo, confirmando que el depósito generará ácido si se expone al ambiente.
- **Mecanismo Químico:** La oxidación de la pirita (FeS) libera acidez (H^{+}) y hierro ferroso. A pH bajo, el hierro férrico acelera la oxidación de otros sulfuros, liberando metales pesados (Cu, Mo, Cd, etc.) en solución.

3.1.1.5 Geoquímica de roca total y elementos peligrosos

El análisis multielemental permitió identificar qué elementos están enriquecidos respecto a la corteza terrestre y representan un riesgo ambiental.

3.1.1.5.1 Elementos Enriquecidos (Factores de Enriquecimiento > 1)

Estos elementos están presentes en concentraciones anómalas debido a la mineralización:

- **Cobre (Cu) y Molibdeno (Mo):** Valores extremos, como se espera en este tipo de yacimiento.
- **Azufre (S):** Fundamental para la generación de ácido.
- **Cadmio (Cd) y Selenio (Se):** Presentan factores de enriquecimiento significativos ($\text{FE} > 10$). El cadmio es altamente tóxico y móvil en ambientes ácidos.

3.1.1.5.2 Elementos Empobrecidos o Normales

Zinc (Zn), Arsénico (As), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) presentan concentraciones en roca por debajo o cercanas a los niveles naturales de la corteza ($\text{FE} < 1$).

- **La paradoja del Mercurio:** Aunque en la roca el Hg es bajo, en el agua

superficial es altísimo. Esto sugiere que incluso concentraciones bajas en la roca, al liberarse por la fuerte acidez natural, se acumulan peligrosamente en el agua.

3.1.1.6 Discusión de impactos potenciales

- **Escenario Actual (Línea Base):** El depósito no está siendo explotado. La acidez y los metales en el agua son producto de la meteorización natural (oxidación lenta). Aun así, el agua ya es tóxica.
- **Escenario de Explotación Minera:** La minería implica remover la cobertura vegetal y fragmentar la roca, aumentando exponencialmente el área superficial expuesta al oxígeno y agua.
 - Esto aceleraría la cinética de oxidación (DAR).
 - Dado que la roca carece de minerales neutralizantes (carbonatos) en los niveles superiores, no hay capacidad de amortiguación natural.
 - El resultado sería una liberación masiva de Cu, Mo, Cd, Al y Mn hacia suelos y aguas subterráneas/superficiales.

3.1.1.7 Conclusiones

- **Confirmación de DAR:** El yacimiento tiene una predisposición mineralógica intrínseca (exceso de sulfuros vs. falta de carbonatos) para generar drenaje ácido de roca severo.
- **Agua No Potable:** La quebrada Tosoy presenta concentraciones de mercurio y acidez que la hacen peligrosa para la salud pública y la seguridad alimentaria.
- **Limitación del Estudio:** La ausencia de muestras de los 500 m de núcleo más mineralizados sugiere que el riesgo real es probablemente mayor al evaluado aquí (subestimación del riesgo).
- **Gestión Ambiental:** Las autoridades deben considerar estos hallazgos para el ordenamiento territorial, entendiendo que el riesgo de contaminación hídrica es alto y difícil de mitigar de forma natural.

Nota Aclaratoria: Este resumen fue elaborado sintetizando la información técnica contenida en el informe "Predicción preliminar de generación de drenaje ácido de roca (DAR)..." del Servicio Geológico Colombiano (2024).

3.2 Fuentes de Emisión y Liberación de Mercurio Por Actividades Antropogénicas - MINERIA

La presencia de mercurio en la cuenca amazónica tiene dos orígenes principales. Por un lado, existen fuentes naturales asociadas a la actividad volcánica de los Andes, que liberan el metal al suelo. Este mercurio, en su forma inorgánica, es transportado a los afluentes de los ríos a través de la erosión, donde se diluye y se adhiere a los sedimentos del fondo.⁵⁹ Si bien esto representa una carga de fondo, la dinámica del ecosistema natural permite que el contaminante se disperse o se inmovilice, reduciendo su impacto inmediato.

Por otro lado, la principal fuente de contaminación en las cuencas es de origen antropogénico siendo la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE)⁶⁰ que se ejerce de forma ilegal con grandes dragas las que mayormente afectan los ecosistemas.⁶ En estas actividad y proceso, se introduce mercurio metálico (Hg0) de manera masiva para la extracción de oro (exceptuando algunas zonas de minería artesanal en el Alto Putumayo). A diferencia del mercurio natural, que se moviliza lentamente, la MAPE introduce grandes cantidades del metal en los cuerpos de agua, que luego se transforma en su forma más tóxica. La movilización y liberación acelerada de mercurio por parte de la MAPE es el factor determinante que convierte una presencia natural en una amenaza sistémica y transfronteriza para la salud humana y ambiental. La extracción de oro mediante la amalgama de mercurio moviliza el metal de manera tan eficiente que la cantidad de contaminante liberado supera con creces la capacidad de dilución y de asimilación del ecosistema.

En el caso del beneficio de oro de pequeña minería y minería artesanal de aluvión se desarrolla en un circuito abierto, las cantidades de mercurio utilizadas en la minería aluvial que utiliza retroexcavadoras y/o amalgamación de concentrados en pequeños canalones o baldes como en los Municipios de Villagarzón, Orito, Valle del Guamuez, en Colombia así como Lago Agrio en Ecuador, se utiliza en promedio 8 g Hg/g de oro recuperado; en el caso de los de dragones y balsas modificados y/o amalgamación de concentrados en pequeños canalones, se utiliza en promedio 3 - 8 g Hg/g de oro recuperado.⁶¹

⁵⁹ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region

⁶⁰ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region.

⁶¹ Ministerio del Ambiente, Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala

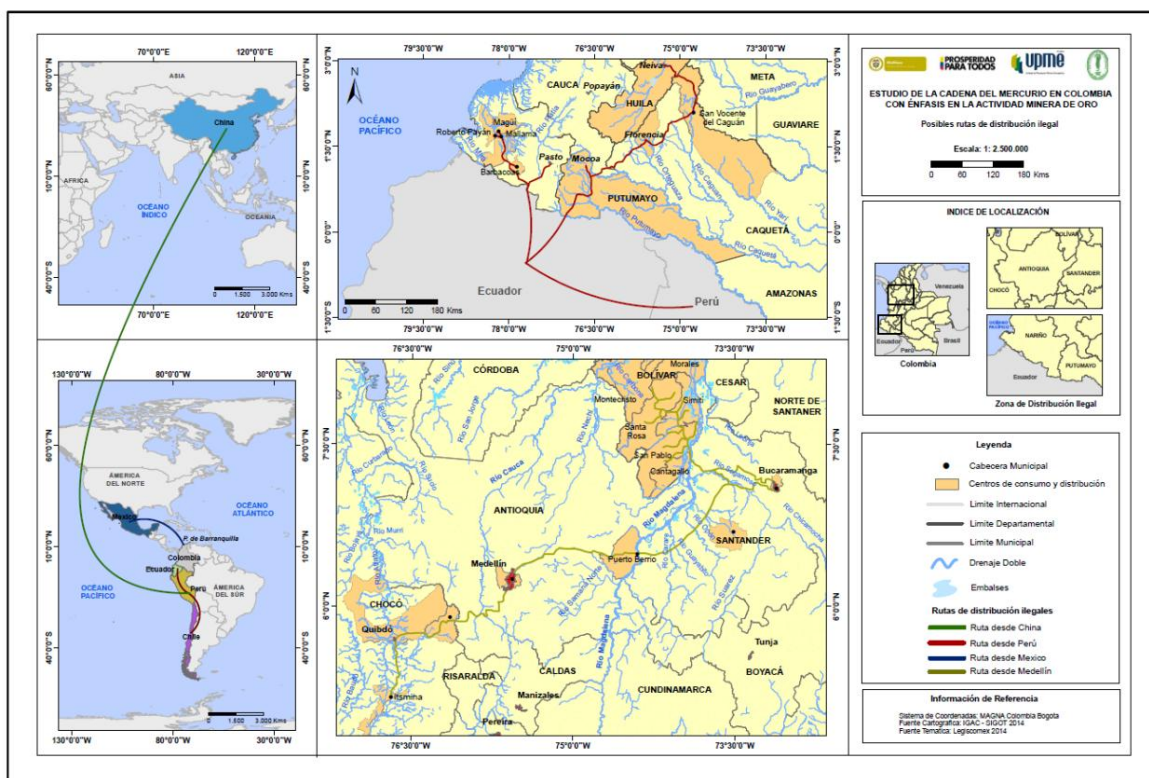


Figura 3.1 Ruta de distribución ilegal de mercurio , Minjusticia, UNODC, 2016

3.2.1 Procesos de Metilación y Biomagnificación en la Red Trófica

El mercurio liberado por la minería se comporta de manera compleja en el ambiente. Una vez que el mercurio inorgánico (HgO , HgCl_2 , Hg_2Cl_2) llega a los cuerpos de agua, las bacterias reductoras de sulfato en ambientes acuáticos con poco oxígeno (ambientes anóxicos), como los sedimentos, convierten el metal en su forma más peligrosa: el metilmercurio (CH_3Hg^+)⁶²

Este compuesto orgánico no solo es altamente tóxico, sino que también es fácilmente asimilado por los organismos acuáticos. Una vez que entra en la red trófica, se produce un fenómeno de bioacumulación en los tejidos de los organismos. Este proceso se magnifica a lo largo de la cadena alimentaria, un fenómeno conocido como biomagnificación. Especies de peces de bajo nivel trófico, como los detritívoros y herbívoros, acumulan cierta cantidad de metilmercurio. Sin

⁶² Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region.

embargo, los peces carnívoros, que se alimentan de estos organismos contaminados, acumulan concentraciones de metilmercurio mucho mayores. El metilmercurio puede alcanzar hasta 3.7 µg/g en los músculos de peces depredadores.⁶³

Este proceso de biomagnificación explica la aparente paradoja de por qué las comunidades que se encuentran lejos de las zonas mineras también presentan niveles alarmantemente altos de mercurio en sus cuerpos. Los peces, especialmente los de especies migratorias como el pintadillo o zúngaro, actúan como vectores del contaminante, transportándolo río abajo y distribuyendo la contaminación a lo largo de toda la cuenca.⁶⁴ Esto significa que una fuente de contaminación en un país puede ser la causa de una crisis de salud pública en otro, la toxicidad se distribuye a través del principal recurso alimenticio de la región, convirtiendo una crisis ambiental localizada en una amenaza sistémica y transfronteriza que afecta a las poblaciones de Ecuador, Colombia, Perú y Brasil.

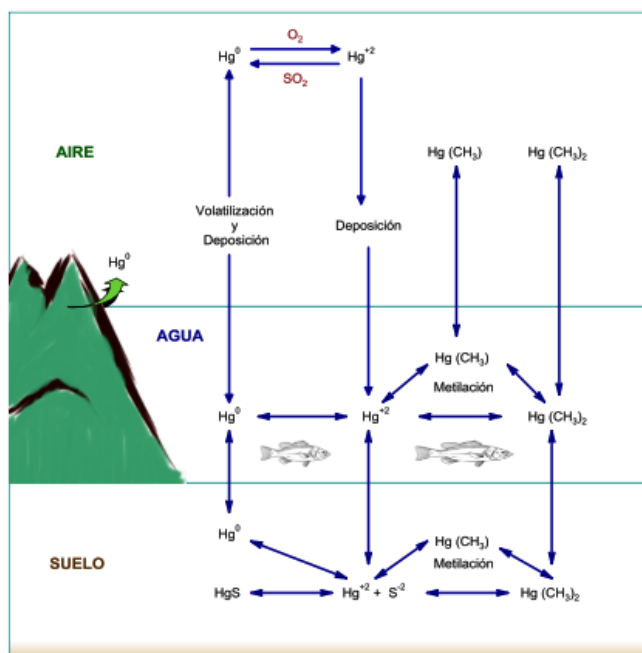


Figura 3.2. Ciclo Biogeoquímico del Mercurio (Hg)

⁶³ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region.

⁶⁴ SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana.

3.2.2 Dinámica del Mercurio en Cuerpos de Agua

En el estudio de SINCHI en 2014, denominado “Un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua, sedimento y peces de interés socio-económico en la Amazonia colombiana”, que evaluó la concentración de mercurio en muestras de agua, sedimento y peces en cuatro localidades de la Amazonia colombiana (incluyendo el Putumayo y el Amazonas), se encontró que: Los valores de mercurio total en agua no superaron los 0.001 mg/L. Incluso, se menciona que las concentraciones a menudo estuvieron por debajo del límite de detección del equipo utilizado para el análisis (0.001 mg/L de Hg)⁶⁵. Los valores registrados están por debajo del límite máximo de establecido en la Resolución 2115 de 2007 para el mercurio en aguas destinadas al consumo humano en Colombia. Las zonas de medición de este estudio fueron: Río Putumayo (Puerto Leguizamo) y río Amazonas (Leticia). A primera vista, estos resultados podrían generar una falsa sensación de seguridad. Sin embargo, la mayor parte del mercurio elemental o inorgánico que ingresa a un río no permanece disuelto en la columna de agua. En su lugar, se adhiere a las partículas de sedimentos y materia orgánica. Los ríos amazónicos, como el Putumayo y el Amazonas, tienen una gran cantidad de sedimentos en suspensión, que, en consecuencia, las concentraciones de mercurio total en el agua suelen ser muy bajas (a menudo por debajo de 0.001 mg/L), incluso en zonas contaminadas. El verdadero "reservorio" del metal está en el sedimento del fondo del río⁶⁶.

El peligro real del mercurio para los humanos y la fauna no es la concentración total en el agua, sino su transformación en la forma orgánica y altamente tóxica: metilmercurio (MeHg). Metilación: Ciertos microorganismos en el sedimento (y en menor medida en la columna de agua) transforman el mercurio inorgánico en metilmercurio. La Bioacumulación: El metilmercurio es fácilmente absorbido por el fitoplancton y otros organismos pequeños y se acumula en sus tejido y la Biomagnificación: A medida que los peces pequeños consumen estos organismos y, a su vez, son consumidos por peces más grandes (depredadores), la concentración de metilmercurio se multiplica a lo largo de la cadena alimentaria. Por todo lo anterior, se pueden registrar niveles de mercurio en el agua tan bajos que están por debajo del límite de detección, mientras que los peces carnívoros

⁶⁵ SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana.

⁶⁶ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region.

consumidos por las comunidades (como el "baboso" o el "simí") presentan concentraciones que superan con creces los límites de seguridad para el consumo humano (0.5 mg/kg), lo que genera un grave riesgo para la salud⁶⁷.

⁶⁷ MinAmbiente - Visión Amazonía. Análisis de muestras.

4 RESULTADOS POR CONTAMINACIÓN POR MERCURIO EN AGUA, SEDIMENTOS, FAUNA Y POBLACIONES HUMANAS



Figura 4.1 Ciclo Mercurio, PNUD, 2023

4.1 Niveles de Contaminación en Agua y Sedimentos

Los estudios realizados en la cuenca del Putumayo por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, en el año 2024 han arrojado resultados heterogéneos en cuanto a los niveles de contaminación en el agua y los sedimentos. Por ejemplo, en un análisis descriptivo de los resultados encontrados en Puerto Leguizamo, se encontró que los valores de mercurio total en el agua no superaron los 0.001 mg/L, con concentraciones en los sedimentos entre 0.0016 y 0.0591 mg/kg.⁶⁸ Estos valores, según estándares internacionales, se consideran de muy bajo efecto. La situación es similar en otras partes de la cuenca, donde la concentración del metal en el agua es engañosamente baja.⁶⁹ No obstante, esta aparente baja concentración en la columna de agua no refleja el estado real de la contaminación, ya que una parte significativa del mercurio se encuentra en los

⁶⁸ SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana.

⁶⁹ UPSC. Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica

sedimentos, donde se metila y se convierte en un reservorio de toxicidad para el ecosistema.⁷⁰

Punto ubicación en el mapa	Cuenca Hidrográfica	Punto de muestreo	Concentración de metales pesados en agua superficial (mg L ⁻¹)							
			Época de alta precipitación				Época de baja precipitación			
			Hg	Pb	Cd	Ba	Hg	Pb	Cd	Ba
1	Putumayo	R. Juanambú	0,0025	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0010	< 0,01	<0,003	<0,01
2	Putumayo	R. Mansoyá	0,0006	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0006	< 0,01	<0,003	<0,01
3	Putumayo	R. Cocayá	0,0029	< 0,02	<0,003	<0,01	0,0012	< 0,02	<0,003	<0,01
5	Putumayo	R. Cohembí	0,0003	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0031	< 0,01	<0,003	<0,01
6	Putumayo	Qda. La hormiga	0,0019	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0003	< 0,01	<0,003	<0,01
9	Putumayo	Qda. La bonita	0,0022	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0023	< 0,01	<0,003	<0,01
11	Caquetá	Qda. La Curillo	0,0008	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0037	< 0,01	<0,003	<0,01
12	Caquetá	Qda. Yuravaco	0,0006	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0004	< 0,01	<0,003	<0,01
13	Caquetá	R. Fragua	0,0008	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0004	< 0,01	<0,003	<0,01
14	Putumayo	R. Mandur	0,0003	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0005	< 0,01	<0,003	<0,01
17	Putumayo	R. Caquetá	0,0005	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0016	< 0,01	<0,003	<0,01
18	Putumayo	R. El pepino	0,0003	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0005	< 0,01	<0,003	<0,01
21	Putumayo	R. Guineo	-	< 0,03	<0,003		0,0009	< 0,03	<0,003	<0,01
22	Putumayo	R. Dedoyaco	0,0005	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0006	< 0,01	<0,003	<0,01
24	Putumayo	Qda. Nazareth	0,0007	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0155	< 0,01	<0,003	<0,01
25	Putumayo	R. Uchupavaco	-	< 0,01	<0,003	<0,01	0,0001	< 0,01	<0,003	<0,01
Promedio			0,0011				0,0021			
Desviación estándar (SD)			0,0009				0,0038			
Coeficiente de variación (CV)			0,8607				1,8251			

Fuente: Metales Pesados en Agua, SINCHI, 2024

Punto de ubicación en el mapa	Cuenca Hidrográfica	Punto de muestreo	Concentración de metales pesados en sedimento superficial (mg Kg ⁻¹)							
			Época de alta precipitación				Época de baja precipitación			
			Hg	Pb	Cd	Ba	Hg	Pb	Cd	Ba
1	Putumayo	R. Juanambú	0,0393	9,57	0,20		0,0245	<0,20	<0,005	<1,00
2	Putumayo	R. Mansoyá	0,0578	8,50	0,21		0,0937	25,10	<0,005	<1,00
3	Putumayo	R. Cocayá	0,0304	13,05	0,56		0,0299	<0,20	<0,005	<1,00
5	Putumayo	R. Cohembí	0,0156	7,71	0,20		0,0191	<0,20	<0,005	<1,00
6	Putumayo	Qda. La hormiga	0,0024	5,63	0,20		0,0054	<0,20	<0,005	<1,00
9	Putumayo	Qda. La bonita	0,0633	7,40	0,11		0,0738	16,40	<0,005	<1,00
11	Caquetá	Qda. La Curillo	0,0059	14,64	0,35		0,0204	<0,20	<0,005	<1,00
12	Caquetá	Qda. Yuravaco	0,0079	8,72	0,20		0,0276	14,60	<0,005	<1,00
13	Caquetá	R. Fragua	0,0210	13,59	0,27		0,0161	22,70	<0,005	<1,00
14	Putumayo	R. Mandur	0,0310	9,56	0,33		0,0274	<0,20	<0,005	<1,00
17	Putumayo	R. Caquetá	0,0179	10,52	0,46		0,0072	<0,20	<0,005	<1,00
18	Putumayo	R. El pepino	0,0009	9,01	0,10		0,0066	<0,20	<0,005	<1,00
21	Putumayo	R. Guineo	-	-	-		0,0079	<0,20	<0,005	<1,00
22	Putumayo	R. Dedoyaco	-	-	-		-	-	-	<1,00
24	Putumayo	Qda. Nazareth	0,0529	9,5	0,75		0,0189	16,90	<0,005	<1,00
25	Putumayo	R. Uchupavaco	-	-	-		0,0147	<0,20	<0,005	<1,00
Promedio			0,0266	9,80	0,30		0,0277			
Desviación estándar (SD)			0,0213	2,58	0,19		0,0266			
Coeficiente de variación (CV)			0,8007	0,26	0,62		0,9629			

Fuente: Metales Pesados en Sedimentos, SINCHI, 2024

⁷⁰ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region.

Punto de ubicación en el mapa	Cuenca Hidrográfica	Punto de muestreo	Concentración de metales pesados en suelos aluviales (mg Kg ⁻¹)							
			Época de alta precipitación				Época de baja precipitación			
			Hg	Pb	Cd	Ba	Hg	Pb	Cd	Ba
1	Putumayo	R. Juanambú	0,099	10,38	0,26	75,9	0,067	<20,0	<0,05	54,6
2	Putumayo	R. <u>Mansoyá</u>	0,130	8,37	0,21	41,8	0,124	26,6	<0,05	80,2
3	Putumayo	R. Cocayá	0,092	10,51	0,41	50,5	0,067	33,7	<0,05	67,2
5	Putumayo	R. <u>Cohembí</u>	0,081	8,56	0,29	147,0	0,077	21,2	<0,05	133,0
6	Putumayo	<u>Qda. La hormiga</u>	0,036	10,58	0,20	96,4	0,033	<20,0	<0,05	242,0
9	Putumayo	<u>Qda. La bonita</u>	0,178	0,79	0,20	211,0	0,191	<20,0	<0,05	213,0
11	Caquetá	<u>Qda. La Curillo</u>	0,071	11,00	0,57	149,0	0,041	<20,0	<0,05	54,4
12	Caquetá	<u>Qda. Yuravaco</u>	0,075	10,20	0,14	109,0	0,016	23,1	<0,05	92,4
13	Caquetá	R. Fragua	0,029	13,61	0,20	97,0	0,034	27,0	<0,05	67,1
14	Putumayo	R. <u>Mandur</u>	0,062	9,86	0,31	91,3	0,041	<20,0	<0,05	109,0
17	Putumayo	R. Caquetá	0,010	8,86	0,44	117,2	0,007	<20,0	<0,05	80,4
18	Putumayo	R. El pepino	0,008	7,44	0,35	99,8	0,014	<20,0	<0,05	123,0
21	Putumayo	R. Guineo	-	-	-	-	0,015	<20,0	<0,05	107,0
22	Putumayo	R. <u>Dedoyaco</u>	0,018	10,38	0,26	64,8	0,017	<20,0	<0,05	124,0
24	Putumayo	<u>Qda. Nazareth</u>	0,036	8,37	0,21	96,7	0,038	<20,0	<0,05	163,0
25	Putumayo	R. <u>Uchupayaco</u>	-	-	-	-	0,041	<20,0	<0,05	54,6
Promedio			0,066	9,21	0,29	103,4	0,051			121,2
Desviación estándar (SD)			0,049	2,86	0,12	43,7	0,047			56,3
Coefficiente de variación (CV)			0,736	0,31	0,52	0,42	0,928			0,46

Fuente: Metales Pesados en Suelos Aluviales, SINCHI, 2024

4.2 Bioacumulación en Especies Ícticas de Interés Económico y Alimentario

El verdadero problema de la contaminación por mercurio se hace evidente al analizar los peces la bioacumulación y biomagnificación hacen que los peces, especialmente los de niveles tróficos altos, presenten concentraciones de mercurio muy superiores a las del agua. Los estudios realizados en la Amazonía colombiana encontraron que las concentraciones de mercurio en peces oscilaban entre 0.0116 y 2.0123 mg/kg, con un promedio general de 0.35 mg/kg.⁷¹ Más preocupante aún, el 30% de los ejemplares analizados superaron el límite de 0.5 mg/kg establecido por la normativa colombiana para el consumo humano.⁷²

Las mayores concentraciones se encontraron en especies carnívoras y de alto interés comercial en el río Putumayo, como el baboso (con concentraciones de

⁷¹ SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana

⁷² SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana

hasta 2.01 mg/kg), el Simí (1.75 mg/kg) y el pintadillo (0.85 mg/kg), todos con niveles muy por encima de lo permitido.⁷³ En el territorio peruano, estudios de CINCIA han encontrado que especies como el pez chino, la chambira y la toa también exceden significativamente el límite de la OMS de 0.5 mg/kg.⁷⁴

Como se puede observar en la tabla, existe una preocupante discrepancia entre los niveles de mercurio encontrados en el ambiente (agua y sedimento) y los niveles presentes en los seres vivos (peces y humanos). Esto se debe al proceso de **biomagnificación** donde el mercurio se acumula en los organismos y su concentración aumenta a medida que avanza en la cadena alimenticia.

4.3 Impacto del Mercurio en la Salud Humana

La contaminación en la fauna se traduce directamente en una crisis de salud pública para las poblaciones ribereñas. Dado que la pesca es la principal fuente de proteína en la región, el consumo diario de pescado contaminado es la principal vía de exposición al metilmercurio para las comunidades.⁷⁵

Los peces carnívoros de mayor tamaño, que son una fuente principal de proteína para las comunidades locales, presentan las concentraciones más altas. En consecuencia, la población humana, especialmente las comunidades indígenas ribereñas, muestra niveles de exposición alarmantes que superan con creces los límites de seguridad establecidos por organizaciones de salud. Esta exposición crónica representa un grave riesgo para la salud pública, con efectos neurológicos severos, especialmente en niños y fetos en desarrollo.

Los análisis de cabello y sangre de habitantes amazónicos han revelado niveles alarmantes de mercurio. En un análisis realizado en Perú en 2025, estudio del Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA) encontró que el 83% de las personas evaluadas en tres comunidades del Bajo Putumayo tenían niveles de riesgo alto para la salud. De manera más específica, el 97% de los 166 participantes analizados en el estudio de 2024 presentaron niveles de mercurio en el cabello que

⁷³ SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana

⁷⁴ SINCHI. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua sedimento y peces de interés socio económico en la amazonia colombiana

⁷⁵ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region

superaban el límite de 2.2 mg/kg recomendado por la OMS.⁷⁶ Los niveles promedio de mercurio en estas poblaciones eran de 15.67 mg/kg, y en algunos casos extremos, alcanzaron hasta 50.33 mg/kg.⁷⁷ En un informe diferente, se advierte que los niveles de mercurio en el cabello y la sangre de los habitantes de la Amazonía pueden ser hasta 150 veces superiores a los límites de la OMS.⁷⁸

4.3.1 Evaluación de Riesgo para Poblaciones Vulnerables

Las consecuencias son particularmente graves para los grupos más vulnerables, el estudio de CINCIAS reveló que el 81% de las mujeres en edad reproductiva en el Bajo Putumayo están en alto riesgo de efectos adversos durante el embarazo, lo que incluye daños neurológicos irreversibles en el desarrollo fetal.⁷⁹ Los niños menores de 4 años también están en peligro, con un nivel promedio de mercurio de 10.81 mg/kg, lo que puede comprometer su desarrollo cognitivo y motor.⁸⁰ En general, la incidencia más alta de contaminación se observa en poblaciones con dietas ricas en pescado.⁸¹

En los miembros activos y familiares de la Asociación de Mineros de las Cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo – ASOMICUAP, organización de pequeños mineros colombianos con sede en Puerto Leguizamo, presentan signos de contaminación como temblores en extremidades superiores, visión de túnel y alto grado de niños nacidos con síndrome de Down, lo que indica presencia de daños irreversibles por síndrome de Minamata.⁸²

Este escenario demuestra que la crisis de salud pública por mercurio no es un problema aleatorio, sino que afecta de manera desproporcionada a los más pobres y marginados, planteando una seria cuestión de justicia social y ambiental.

⁷⁶ Diario La Región. Mercurio en el Putumayo: estudio revela intoxicación generalizada en comunidades indígenas de Loreto

⁷⁷ Diario La Región. Mercurio en el Putumayo: estudio revela intoxicación generalizada en comunidades indígenas de Loreto

⁷⁸ W:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

⁷⁹ Diario La Región. Mercurio en el Putumayo: estudio revela intoxicación generalizada en comunidades indígenas de Loreto

⁸⁰ Diario La Región. Mercurio en el Putumayo: estudio revela intoxicación generalizada en comunidades indígenas de Loreto

⁸¹ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region

⁸² M Gonzalez 2025

4.4Afectación a la Flora y la Integridad Ecosistémica

La contaminación por mercurio es solo una faceta de los impactos de la MAPE, la actividad minera en la cuenca del Putumayo ha provocado una devastación generalizada de los bosques, con más de 1.9 millones de hectáreas de la Amazonía deforestadas en los últimos cinco años debido a la extracción de oro.⁸³ Si bien este tipo de deforestación está asociada directamente a la extracción con maquinaria pesada (retroexcavadoras) desvía y contamina los ríos, y la alteración de los paisajes deja áreas enteras despojadas de vegetación.⁸⁴

La movilización de mercurio puede contaminar los cultivos de los que las comunidades dependen para el resto de su dieta.⁸⁵ Estos impactos ambientales, sumados a la fragmentación social, la vinculación con el crimen organizado y el desplazamiento forzado de comunidades indígenas, convierten el problema en una crisis multidimensional que requiere una respuesta integral.⁸⁶

A continuación, se presentan el comparativo de los últimos estudios registrados en la cuenca del rio Putumayo y Amazonia sobre medición de mercurio.

Tabla 4.1 Comparativo de resultados de análisis de muestras sobre Mercurio en el Rio Putumayo

Zona de Muestreo	Tipo de Muestra	Hallazgo Principal / Concentración	Límite de Referencia	Fuente del Estudio
Bajo Putumayo (Loreto, Perú)	Peces (especies carnívoras como paiche, huapeta, bagre lince)	El 32% de los peces analizados superaron el límite de seguridad de la OMS.	0.5 mg/kg (OMS)	Centro de Innovación Científica Amazónica - CINCIA (2025)
Bajo Putumayo (Loreto, Perú)	Cabello Humano (Población general)	El 83% de las personas evaluadas presentan niveles de riesgo alto para la salud.	> 1 µg/g (Nivel de referencia EPA, EE. UU.)	Centro de Innovación Científica Amazónica - CINCIA (2025)
Bajo Putumayo (Loreto, Perú)	Cabello Humano (Mujeres en edad reproductiva)	El 81% de las mujeres en este grupo presentan un	> 1 µg/g (Nivel de referencia EPA, EE. UU.)	Centro de Innovación Científica

⁸³ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

⁸⁴ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

⁸⁵ Woods Hole Oceanographic Institution. Gold Mining's Toxic Legacy: Mercury

⁸⁶ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

		nivel de riesgo alto, con potencial de daños neurológicos al feto.		Amazónica - CINCIA (2025)
Río Putumayo (Colombia)	Pez Mota (<i>Calophysus macropterus</i>)	El 100% de las muestras de esta especie excedieron el límite máximo permitido en Colombia.	0.5 mg/kg (Resolución 122 de 2012, Colombia)	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos - INVIMA
Resguardo Indígena Cotuhé-Putumayo (Colombia)	Cabello Humano	El 75.3% de la población estudiada presentó valores superiores a 5µg/g. El valor medio fue de 10.1 µg/g.	> 5 µg/g (Considerado de alto riesgo)	Gobernación de Amazonas / Secretaría de Salud Deptal.
Amazonia Colombiana (incluye puntos en Putumayo)	Agua	Los valores no superaron los 0.001 mg/l.	0.002 mg/l (Estándar para agua potable)	Instituto SINCHI
Amazonia Colombiana (incluye puntos en Putumayo)	Sedimento	Concentraciones entre 0.0016 y 0.0591 mg/kg, considerado de bajo riesgo según estándares internacionales.	Variable (aprox. > 0.2 mg/kg se considera de riesgo)	Instituto SINCHI

Fuente: Este Estudio.

5 MARCO LEGAL, NORMATIVO Y DE GOBERNANZA EN LOS PAÍSES DE LA CUENCA

5.1 Análisis Comparativo del Marco Legal Nacional

La respuesta de los países que comparten la cuenca del Putumayo a la problemática del mercurio se ha materializado en un conjunto de leyes y políticas públicas. Sin embargo, existe una marcada diferencia entre la existencia de una normativa robusta y su efectiva aplicación en el terreno.

5.1.1 Legislación Colombiana, Avances y Desafíos en la Aplicación

Colombia ha sido uno de los países más proactivos en la región andina en la regulación del mercurio. Mediante la Ley 1658 de 2013, se establecieron disposiciones para la comercialización y uso del mercurio, con el objetivo de su reducción y eliminación gradual.⁸⁷ La ley estableció plazos perentorios: la prohibición del uso de mercurio en la minería se hizo efectiva a partir del 15 de julio de 2018, mientras que para el resto de las actividades industriales se estableció un plazo hasta el 15 de julio de 2023.⁸⁸

Complementando esta ley, Colombia ratificó el Convenio de Minamata sobre el Mercurio en 2018, lo que formalizó el compromiso del país de reducir y, cuando sea posible, eliminar el uso de este metal.⁸⁹ A pesar de este marco legal sólido, el desafío fundamental radica en la aplicación de la ley. La minería ilegal es una actividad controlada por redes criminales⁹⁰, y la falta de presencia estatal en áreas remotas de la Amazonía (como el Putumayo) dificulta las operaciones de interdicción y control.⁹¹ Esto genera una brecha crítica entre lo que la ley ordena y lo que ocurre en la práctica, donde la ilegalidad persiste y la contaminación continúa sin control.

⁸⁷ MinAmbiente/ANLA. Ley 1658 de 2013

⁸⁸ MinAmbiente/ANLA. Ley 1658 de 2013

⁸⁹ MinAmbiente. Convenio de Minamata

⁹⁰ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

⁹¹ Ojo Público. Minería ilegal se extiende en más de 30 distritos de cinco regiones amazónicas del Perú

5.1.2 Legislación Ecuatoriana, Planes de Acción y Entidades de Control

Ecuador ha tomado medidas decididas para enfrentar la contaminación por mercurio. La legislación ecuatoriana prohíbe el uso de mercurio en procesos mineros desde el 16 de julio de 2015, incluso antes que la prohibición colombiana.⁹² A pesar de esta prohibición, el uso de la sustancia en la minería artesanal continúa de forma clandestina.⁹³

En respuesta a las obligaciones del Convenio de Minamata, que el país ratificó en 2016, Ecuador fue el primer país en América Latina en presentar su Plan de Acción Nacional (PAN) sobre el uso de mercurio en la minería artesanal y de pequeña escala de oro en 2020.⁹⁴ Este plan busca la reducción y eliminación progresiva del uso del mercurio y la erradicación de la minería ilegal.⁹⁵ La Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARC) es la entidad encargada de supervisar estas actividades, aunque el control en la práctica se ve desafiado por la naturaleza clandestina de las operaciones ilegales.⁹⁶

5.1.3 Legislación Peruana, Proyectos Legislativos y Controversias

En Perú, la minería aluvial en ríos está prohibida, y el país ha ratificado el Convenio de Minamata, lo que lo compromete a reducir el uso de mercurio en la minería artesanal.⁹⁷ Sin embargo, el marco legal se encuentra en un estado de gran controversia debido a la propuesta de un proyecto de ley para la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE).⁹⁸

Este proyecto de ley, criticado por expertos y organizaciones ambientales, es visto como una estrategia para legalizar la minería ilegal y minería informal.⁹⁹ La

⁹² Minamata Convention/MinAmbiente Ecuador. ECU_8.3 / Uno de los avances del Ecuador es la prohibición definitiva del uso de mercurio en actividades mineras

⁹³ Minamata Convention/MinAmbiente Ecuador. ECU_8.3 / Uno de los avances del Ecuador es la prohibición definitiva del uso de mercurio en actividades mineras

⁹⁴ Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador. Ecuador entregó el Plan de Acción para eliminar mercurio en actividades extractivas de oro a nivel artesanal.

⁹⁵ Comunidad Andina (CAN). I Informe del Observatorio Andino del Mercurio

⁹⁶ Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR). ACUERDO Nro. MERNNR-MERNNR-2020-0055

⁹⁷ Actualidad Ambiental. Sustentan proyecto de ley que promueve la reducción y eliminación del uso del mercurio en la minería

⁹⁸ Mongabay Latam. Polémico proyecto de ley para la minería artesanal en Perú: expertos lo califican de peligroso para territorios indígenas y áreas protegidas

⁹⁹ Mongabay Latam. Polémico proyecto de ley para la minería artesanal en Perú: expertos lo califican de peligroso para territorios indígenas y áreas protegidas

propuesta legaliza la minería aluvial, una actividad prohibida en Perú por una sentencia del Tribunal Constitucional desde 2019.¹⁰⁰ Además, relaja los requisitos de formalización y permite la extracción de oro con mercurio en zonas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas.¹⁰¹ La controversia se agrava con el hecho de que el proyecto no menciona explícitamente el mercurio, a pesar de los compromisos del país con el Convenio de Minamata.¹⁰² Esta situación ilustra una tensión fundamental entre la necesidad de formalizar el sector y la institucionalización de prácticas destructivas que socavan los derechos territoriales indígenas y los esfuerzos de conservación.

En el reporte de la CNN en julio de 2025, las autoridades peruanas con ayuda de la Interpol, hicieron la mayor incautación de mercurio ilegal, recurriendo a impregnar en agregados pétreos para evadir controles policivos, según las cifras oficiales esta incautación superan las 4 toneladas del mineral que venían desde México hacia la región amazónica, siendo así un verdadero golpe a las organizaciones ilegales que buscan por medios bastantes ingeniosos proveerse de este mineral para continuar con el desarrollo nefasto de sus actividades.¹⁰³

5.1.4 Legislación Brasileira, Convenio de Minamata y Esfuerzos de Fiscalización

Brasil ratificó el Convenio de Minamata en 2017, reconociendo la necesidad de contener las emisiones de mercurio y proteger la salud humana y el medio ambiente.¹⁰⁴ El país es signatario de este acuerdo internacional, cuyo objetivo es reducir el uso de mercurio en diversos productos y procesos, y promover medidas de control de emisiones.¹⁰⁵

A nivel interno, el Ministerio Público Federal (MPF) ha recomendado la revocación de leyes estatales que aún permiten el uso de mercurio en el *garimpo* (minería artesanal).¹⁰⁶ Además, se ha instado al Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de

¹⁰⁰ Mongabay Latam. Polémico proyecto de ley para la minería artesanal en Perú: expertos lo califican de peligroso para territorios indígenas y áreas protegidas

¹⁰¹ Infobae. Ley MAPE: el Congreso busca premiar con menos impuestos a los mineros ilegales que extraen oro con mercurio en los ríos

¹⁰² Mongabay Latam. Polémico proyecto de ley para la minería artesanal en Perú: expertos lo califican de peligroso para territorios indígenas y áreas protegidas

¹⁰³ cnnespanol.cnn.com/2025/07/25/latinoamerica/video/incautan-cuatro-toneladas-mercurio-peru-orix

¹⁰⁴ Senado de Brasil. Senado aprova acordo que estabelece critérios rigorosos para o uso do mercúrio

¹⁰⁵ Senado de Brasil. Senado aprova acordo que estabelece critérios rigorosos para o uso do mercúrio

¹⁰⁶ Oeco. MPF pede revogação de leis que autorizam uso de mercúrio no garimpo em Amazonas

los Recursos Naturales Renovables (IBAMA) a prohibir totalmente la importación y comercialización de mercurio metálico para fines mineros en la región amazónica.¹⁰⁷ El gobierno brasileño ha implementado operaciones conjuntas con la Fuerza Aérea y la Policía Federal para combatir la minería ilegal, con resultados significativos en la destrucción de campamentos y equipos.¹⁰⁸ Sin embargo, la persistencia de la actividad ilegal, que se traslada a zonas remotas y de difícil acceso, sigue siendo un desafío considerable.

Tabla 5.1. Comparativa del Marco Legal y Normativo de Mercurio en Países de la Cuenca del Putumayo

Característica	Colombia	Ecuador	Perú	Brasil
Legislación Clave	Ley 1658/2013, Ley 892/2018	Ley de Minería (2015), Plan de Acción Nacional	D.S.004-2017 MINAM, proyectos de ley (MAPE)	Convenio de Minamata, PL 2417/24
Año de Prohibición	2018 (minería), 2023 (industria)	2015 (minería)	Minería aluvial prohibida (sentencia TC, 2019)	En análisis (PL 2417/24)
Ratificación de Minamata	2019	2016	2016	2017
Entidades de Control	Ministerio de Ambiente, Procuraduría, MinDefensa, ANLA	Ministerio de Ambiente, ARC, INABIO	MINAM, ANA, OSINERGMIN	MMA, IBAMA, PF
Desafíos Clave	Falta de control sobre minería ilegal, brecha entre ley y práctica	Uso clandestino del mercurio, tráfico ilegal	Proyectos de ley que legalizan la minería ilegal, falta de control estatal	Persistencia de la minería ilegal en zonas remotas

Fuente: Este estudio, 2025

¹⁰⁷ Lex Legal. MPF recomienda que Ibama prohíba totalmente uso de mercurio en la minería de la Amazonía

¹⁰⁸ Gobierno Federal de Brasil. Proteção histórica: governo federal já realizou 6.425 ações

5.2 Instrumentos y Acuerdos de Cooperación Regional

La naturaleza transfronteriza del río Putumayo hace que una respuesta aislada de cada país sea insuficiente. Se requiere una colaboración activa y el fortalecimiento de los mecanismos regionales para una gestión efectiva del problema.

5.2.1 El Convenio de Minamata sobre el Mercurio

Este acuerdo global, del cual Colombia, Ecuador, Perú y Brasil son signatarios, tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones de mercurio y sus compuestos.¹⁰⁹ El Convenio insta a los países a reducir y, cuando sea viable, eliminar el uso de mercurio en la MAPE, a controlar el comercio y a gestionar los desechos de manera ambientalmente racional.¹¹⁰ Su implementación requiere que las Partes elaboren un Plan de Acción Nacional para abordar el problema y promover el uso de tecnologías alternativas.¹¹¹

5.2.2 La Decisión 844 de la Comunidad Andina y Otros Mecanismos de Diálogo

Con el fin de abordar la gestión del mercurio en la región, los países de la Comunidad Andina (CAN) –Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú– expidieron la Decisión 844 en 2019.¹¹² Esta decisión creó el Observatorio Andino de Mercurio, con el propósito de intercambiar información "objetiva, confiable, actualizada y comparable sobre la producción, importación, exportación, comercialización, transporte y uso del mercurio".¹¹³ Su objetivo es facilitar la formulación de políticas públicas conjuntas.¹¹⁴ Otros esfuerzos, como el Proyecto de Manejo Integrado de la Cuenca Putumayo-Içá, ejecutado por WCS y el Banco Mundial, buscan implementar acciones concretas para mitigar los impactos, incluyendo el monitoreo y la restauración de ecosistemas.¹¹⁵

¹⁰⁹ Senado de Brasil. Senado aprova acordo que estabelece critérios rigorosos para o uso do mercúrio

¹¹⁰ Minamata Convention on Mercury. Folleto Minamata LAC ES FINAL.

¹¹¹ Minamata Convention on Mercury. Folleto Minamata LAC ES FINAL

¹¹² MinAmbiente. Proyecto eliminará el mercurio en la minería pequeña y de subsistencia

¹¹³ Comunidad Andina (CAN). I Informe del Observatorio Andino del Mercurio

¹¹⁴ Comunidad Andina (CAN). I Informe del Observatorio Andino del Mercurio

¹¹⁵ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

5.3 Brechas en la Implementación de Políticas Públicas

A pesar de la existencia de leyes y acuerdos internacionales, el problema del mercurio en el Putumayo persiste y se agrava. Las principales brechas en la implementación de políticas públicas radican en la débil gobernanza en las zonas fronterizas y la falta de capacidad estatal para controlar la minería ilegal, que se encuentra bajo el dominio de redes criminales.¹¹⁶ La falta de presencia de las autoridades permite que las operaciones ilícitas prosperen, haciendo que la legislación se convierta en una "letra muerta".¹¹⁷ La situación en la cuenca subraya que la solución a la crisis no es solo legal, sino que requiere una estrategia de seguridad, control territorial y una cooperación transfronteriza efectiva y coordinada.

¹¹⁶ IW:LEARN. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: pollution, deforestation, and social crisis

¹¹⁷ WWF. ABORDANDO LA CRISIS DE MERCURIO EN LA AMAZONÍA

6 METODOLOGÍAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS PARA LA CALIDAD DEL AGUA

Para comprender la magnitud de la contaminación, es indispensable contar con metodologías de muestreo y análisis rigurosas y estandarizadas. Sin embargo, en la cuenca del Putumayo, la falta de protocolos armonizados entre los países dificulta la obtención de una imagen regional coherente del problema.¹¹⁸

6.1 Protocolos Nacionales y Regionales de Muestreo de Campo

La toma de muestras para la determinación de metales pesados como el mercurio requiere protocolos específicos. Las directrices nacionales, como las del IDEAM en Colombia o DIGESA en Perú, establecen procedimientos detallados para asegurar la representatividad y la integridad de las muestras.¹¹⁹

Generalmente, se recomienda ubicar puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de las zonas de descarga de efluentes.¹²⁰ Las muestras deben ser georreferenciadas, fotografiadas y conservadas con químicos (como ácido nítrico, HNO₃) hasta alcanzar un pH menor a 2, y deben mantenerse refrigeradas a 4°C para evitar la degradación y la contaminación cruzada.¹²¹ Los recipientes para metales pesados suelen ser de plástico de boca ancha.¹²² El tiempo entre la recolección y el análisis en laboratorio no debe exceder las 28 horas, aunque la preservación puede extender este período.¹²³

A pesar de la existencia de estos protocolos nacionales, su aplicación a nivel transfronterizo es un desafío. La falta de un sistema de monitoreo unificado y de un protocolo común impide la consolidación de datos a escala de cuenca, lo que dificulta la gestión de un problema que, por su naturaleza, no respeta las fronteras

¹¹⁸ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region

¹¹⁹ DIGESA/IDEAM. Protocolo monitoreo calidad recursos hídricos superficiales / Toma de Muestras de Aguas Residuales

¹²⁰ DIGESA/IDEAM. Protocolo monitoreo calidad recursos hídricos superficiales / Toma de Muestras de Aguas Residuales

¹²¹ DIGESA/IDEAM. Protocolo monitoreo calidad recursos hídricos superficiales / Toma de Muestras de Aguas Residuales

¹²² DIGESA/IDEAM. Protocolo monitoreo calidad recursos hídricos superficiales / Toma de Muestras de Aguas Residuales

¹²³ DIGESA/IDEAM. Protocolo monitoreo calidad recursos hídricos superficiales / Toma de Muestras de Aguas Residuales

políticas.¹²⁴ La existencia de iniciativas como la Decisión 844 de la CAN y proyectos de la OTCA busca llenar este vacío, pero la armonización científica sigue siendo una tarea pendiente.¹²⁵

6.2 Técnicas de Laboratorio para la Cuantificación de Mercurio Total y Metilmercurio

Una vez recolectadas, las muestras son analizadas en laboratorios especializados, las técnicas de análisis de mercurio más comunes son la espectroscopía de absorción atómica con vapor frío (CVAAS o EAA/VF) y la espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).¹²⁶

La técnica CVAAS es uno de los métodos más sensibles para la determinación del mercurio.¹²⁷ Su principio analítico se basa en la reducción del mercurio inorgánico (Hg^{2+}) a su forma elemental gaseosa (Hg^0) mediante reactivos como el borohidruro de sodio (NaBH_4) o el cloruro de estaño (SnCl_2).¹²⁸ El mercurio gaseoso es luego transportado a una celda de cuarzo donde se mide su absorción atómica.¹²⁹ Esta técnica es muy utilizada debido a su sensibilidad y bajo costo. Por su parte, el ICP-MS es una técnica más avanzada que ofrece límites de detección más bajos y mayor precisión.¹³⁰ Aunque más costosos, los instrumentos digitales portátiles también se utilizan para mediciones en campo, proporcionando resultados precisos, pero requieren calibración y cuidado constante.¹³¹

6.3 Estándares y Parámetros de Calidad del Agua (ECA): Comparativa entre la OMS y la Normativa Nacional

Los estándares de calidad del agua (ECA) son referencias cruciales para evaluar el estado de los recursos hídricos. Sin embargo, un análisis superficial puede ser engañoso. Los estudios han mostrado que las concentraciones de mercurio en el agua del Putumayo pueden estar por debajo de los límites permisibles, como lo evidencia el estudio del río Lampa en Perú donde no se sobrepasaron los valores

¹²⁴ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region.

¹²⁵ Comunidad Andina (CAN). I Informe del Observatorio Andino del Mercurio

¹²⁶ MinAmbiente - Visión Amazonía. Análisis de muestras

¹²⁷ OAS. Estándares de Calidad de Agua Potable de la OMS

¹²⁸ UNAL/UNICAUCAB. Desarrollo de un método analítico para la determinación de mercurio atmosférico

¹²⁹ UNAL/UNICAUCAB. Desarrollo de un método analítico para la determinación de mercurio atmosférico

¹³⁰ MinAmbiente - Visión Amazonía. Análisis de muestras

¹³¹ OAS. Estándares de Calidad de Agua Potable de la OMS

establecidos en el D.S. 004-2017-MINAM.¹³² Sin embargo, esta medición no refleja el riesgo real para las poblaciones humanas, ya que el principal problema de toxicidad proviene del metilmercurio que se biomagnifica en los peces que se consumen a diario.¹³³

La OMS y otras agencias reguladoras como la EPA de EE.UU. establecen directrices y parámetros de control para la calidad del agua.¹³⁴ Estas guías, junto con las normativas nacionales, definen el marco de referencia para el monitoreo.

A pesar de la existencia de estos estándares, la heterogeneidad de los mismos y la falta de datos consolidados a nivel regional impiden una evaluación integral y coherente de la salud de la cuenca. La tabla siguiente presenta una comparativa de los estándares de mercurio en las diferentes matrices de estudio, destacando la necesidad de un enfoque integral que vaya más allá de la mera medición de la calidad del agua.

Tabla 6.1. Comparativa de Estándares de Calidad de Agua para Mercurio (OMS Vs Nacional)

Fuente/País	Matriz	Valor (Mercurio Total)	Notas
Organización Mundial de la Salud (OMS)	Agua Potable	No aplica valor específico.	El valor de 0.006 mg/L se ha usado en algunos países. El principal problema es la biomagnificación en peces.
Organización Mundial de la Salud (OMS)	Pescado (Consumo)	0.5mg/kg	Límite para consumo humano. Excedido en el Putumayo colombiano y peruano.
Colombia	Pescado (Consumo)	0.5mg/kg	Estándar nacional. El 30% de las muestras exceden este límite.

¹³² UPSC. Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa

¹³³ Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and Animal Populations in the Amazon Region

¹³⁴ OAS. Estándares de Calidad de Agua Potable de la OMS

Perú	Agua (ECA para conservación)	0.001mg/L	Estándar de Calidad Ambiental (ECA) según D.S. 004-2017-MINAM.
EE. UU. (EPA)	Cabello Humano (Nivel de Referencia)	1ppm	Nivel de referencia para la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA). ⁴⁰

Fuente: este Estudio

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Síntesis de Hallazgos y Puntos Críticos

El análisis de la información disponible en las distintas entidades gubernativas, así como de organizaciones no gubernamentales, permite sintetizar la crisis de la contaminación por mercurio en la cuenca del Putumayo en una serie de hallazgos críticos.

En primer lugar, la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE) es el motor principal de esta crisis, transformando un problema ambiental en una amenaza sistémica de salud pública y seguridad alimentaria a través de la liberación masiva de mercurio en el ecosistema.

Segundo, la biomagnificación del metilmercurio en la cadena trófica es el vector principal de la toxicidad, lo que explica por qué las comunidades que no están en las zonas mineras directas son las más afectadas. La aparente baja concentración de mercurio en el agua es engañosa; la verdadera carga contaminante reside en los sedimentos y se manifiesta en los niveles alarmantemente altos de mercurio encontrados en los peces y, subsecuentemente, en las poblaciones humanas.

Tercero, existe una marcada desconexión entre el marco legal y normativo de los países y la realidad en el terreno. Aunque Colombia, Ecuador y Brasil han prohibido el uso de mercurio en la minería, la persistencia de la actividad ilegal, controlada por redes criminales y la débil gobernanza estatal, socava la efectividad de estas leyes. La situación en Perú, donde proyectos de ley controvertidos amenazan con legalizar prácticas destructivas, ilustra un retroceso en los esfuerzos por controlar la contaminación.

Finalmente, la falta de un sistema de monitoreo y una metodología estandarizada a nivel regional impide una evaluación integral del problema transfronterizo. La información fragmentada no permite una respuesta coordinada y eficaz, lo que perpetúa la crisis y pone en riesgo la salud de millones de personas en la Amazonía.

7.2 Recomendaciones Estratégicas y de Política Pública

A la luz de los hallazgos, se proponen las siguientes recomendaciones para una respuesta integrada y efectiva:

1. **Fortalecer la Cooperación Transfronteriza:** La Decisión 844 de la Comunidad Andina y la Alianza Regional Amazónica para la Reducción de los Impactos de la Minería de Oro (ARAIMO) deben ser implementadas de manera efectiva. Se debe establecer un grupo de trabajo multinacional para el Putumayo, con el mandato de armonizar los protocolos de muestreo y análisis, y de crear un observatorio de datos regional que permita el intercambio de información en tiempo real.
2. **Abordar la Gobernanza y la Seguridad:** La solución a la crisis de la MAPE requiere una estrategia que vaya más allá de la legislación ambiental. Es fundamental fortalecer la presencia estatal en las zonas fronterizas y lanzar operaciones coordinadas de interdicción para dismantelar las redes criminales que controlan la minería ilegal.
3. **Promover Alternativas Económicas Sostenibles:** Para reducir la dependencia de la minería, es necesario invertir en la formalización de la minería de oro libre de mercurio y en la creación de alternativas económicas sostenibles para las comunidades, como el ecoturismo, la agroforestería y la pesca sostenible de especies de bajo nivel trófico.
4. **Implementar Estrategias de Salud Pública:** Los ministerios de salud y ambiente deben trabajar conjuntamente para diseñar campañas de educación y prevención sobre el mercurio, que se enfoquen en las poblaciones vulnerables. Estas campañas deben incluir guías de consumo de pescado seguro y programas de monitoreo de la salud de las comunidades.

7.3 Recomendaciones para el Monitoreo y la Cooperación Transfronteriza

La gestión eficaz del mercurio en la cuenca del Putumayo exige un cambio de paradigma en el monitoreo. No basta con medir las concentraciones en la columna de agua. Es imperativo:

- **Implementar Muestreos Integrales:** Los programas de monitoreo deben incluir la recolección sistemática de muestras de sedimento, peces (diferenciando por especie y nivel trófico) y matrices biológicas humanas (cabello y sangre) para evaluar el riesgo real.
- **Armonizar Protocolos Científicos:** Los países deben trabajar en conjunto para estandarizar los protocolos de muestreo, los métodos de preservación y las técnicas de análisis de laboratorio. Esto asegurará que los datos sean comparables y que se pueda generar una base de datos regional confiable.
- **Desarrollar un Sistema de Alerta Temprana:** Se debe crear un sistema de alerta que integre datos de monitoreo ambiental y de salud pública. Esto permitiría a las autoridades reaccionar rápidamente a los incidentes de contaminación y proteger a las comunidades afectadas.
- **Capacitar a las comunidades riverleñas:** La capacitación a las comunidades locales como a los propios mineros sobre los efectos que puede ocasionar la continuidad del uso del mercurio, así como las consecuencias ya presentes en la biodiversidad y las cadenas tróficas vitales en su pervivencia, para evitar el consumo de especies altamente contaminadas.
- **Desarrollar métodos y acciones de Mitigación:** Comprometer a las instituciones el desarrollo de programas y financiamiento de las investigaciones que busquen promover medidas de mitigación de esos impactos ocasionados y presentes en el territorio. Promover y profundizar en la siembra de Yarumo como alternativa Forestal en el encapsulamiento de los metales pesados en su radio de acción.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. The hidden cost of gold in the Putumayo-Içá river Basin: Pollution, deforestation, and social crisis - IW:LEARN, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.iwlearn.net/news/the-hidden-cost-of-gold-in-the-putumayo-i-river-basin-pollution-deforestation-and-social-crisis>
2. Gold mining's toxic legacy - Woods Hole Oceanographic Institution, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.whoi.edu/oceanus/feature/gold-minings-toxic-legacy-mercury-laura-motta-colombia/>
3. Cuatro países quieren unirse para cuidar el río Putumayo - InfoAmazonia, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://infoamazonia.org/es/2023/02/22/cuatro-paises-quieren-unirse-para-cuidar-el-rio-putumayo/>
4. PL 458 de 2024C – Río Putumayo sujeto de derechos. - Asociación ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://acmineria.com.co/blog/normativa/pl-458-de-2024c-rio-putumayo-sujeto-de-derechos/>
5. Environmental impact of artisanal gold mining in the Pungwe River Basin - ResearchGate, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, https://www.researchgate.net/publication/292367070_Environmental_impact_of_artisanal_gold_mining_in_the_Pungwe_River_Basin
6. Trends in Mercury Contamination Distribution among Human and ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10974390/>
7. un análisis descriptivo de la presencia de mercurio en agua ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://sinchi.org.co/files/publicaciones/revista/pdf/7/9%20un%20anlisis%20descriptivo%20de%20la%20presencia%20de%20mercurio%20en%20agua%20sedimento%20y%20peces%20de%20inters%20socio%20econmico%20en%20la%20amazonia%20colombiana.pdf>
8. Mercurio en el Putumayo: estudio revela intoxicación generalizada ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://diariolaregion.com/mercurio-en-el-putumayo-estudio-revela-intoxicacion-generalizada-en-comunidades-indigenas-de-loreto/>
9. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO Y CADMIO EN MUESTRAS DE SEDIMENTOS, PLANTAS Y PECES RECOLECTADOS EN RÍO TARAIRA, ATABA, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://visionamazonia.minambiente.gov.co/content/uploads/2023/06/INF-ANA%CC%81LISIS-DE-MUESTRAS.pdf>
10. Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales

en la unidad hidrográfica del río Lampa y su relación con el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA) para el periodo 2021 - UPSC, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/394>

11. Comunidades del Putumayo registran los niveles más altos de ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.actualidadambiental.pe/comunidades-del-putumayo-registran-los-niveles-mas-altos-de-mercurio-en-loreto/>
12. Ley 1658 de 2013 - - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/ley-1658-de-2013/>
13. Ley 1658 de 2013 – Disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país - ANLA, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.anla.gov.co/07rediseureka2024/normativa/leyes/ley-1658-de-2013-disposiciones-para-la-comercializacion-y-el-uso-de-mercurio-en-las-diferentes-actividades-industriales-del-pais>
14. LEY N'O. 1658 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1658-2013.pdf>
15. Colombia prohíbe el uso de mercurio en la minería, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://es.mongabay.com/2018/07/colombia-prohibe-uso-de-mercurio-en-mineria/>
16. Convenio de Minamata - - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/convenio-de-minamata/>
17. Circular emitida para control de minería ilegal y contaminación por mercurio en Colombia | Insights | Holland & Knight, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.hklaw.com/en/insights/publications/2024/03/circular>
18. Operación en contra de la minería ilegal se desarrolló en Putumayo, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.fac.mil.co/es/noticias/operacion-en-contra-de-la-mineria-ilegal-se-desarrollo-en-putumayo>
19. Minería ilegal se extiende en más de 30 distritos de cinco regiones amazónicas del Perú, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://ojo-publico.com/ambiente/mineria-ilegal-peru-avanza-mas-30-distritos-la-amazonia>
20. PROYECTO - Minamata Convention on Mercury, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://minamataconvention.org/sites/default/files/2022->

[08/ECU 8.3.pdf](#)

21. el I Informe del Observatorio Andino del Mercurio, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.comunidadandina.org/wp-content/uploads/2022/08/I-Informe-Observatorio-Andino-del-Mercurio.pdf>
22. «Uno de los avances del Ecuador es la prohibición definitiva del ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.ambiente.gob.ec/uno-de-los-avances-del-ecuador-es-la-prohibicion-definitiva-del-uso-de-mercurio-en-actividades-mineras/>
23. PLAN DE ACCIÓN NACIONAL - Minamata Convention on Mercury, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, https://minamataconvention.org/sites/default/files/documents/national_action_plan/NAP-Ecuador-May2020-ES.pdf
24. Ecuador entregó el Plan de Acción para eliminar mercurio en actividades extractivas de oro a nivel artesanal - Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-entrego-el-plan-de-accion-para-eliminar-mercurio-en-actividades-extractivas-de-oro-a-nivel-artesanal/>
25. ACUERDO Nro. MERNNR-MERNNR-2020-0055-AM SR. ING. RENÉ ORTIZ DURÁN MINISTRO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES CONS - Ministerio de Energía y Minas, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.rekursyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/MERNNR-MERNNR-2020-0055-AM-1.pdf>
26. La anterior Ley de Minería puede ser consultada en la sección histórica. - En aplicación, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu87692_2009.pdf
27. La Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARC) cumple su primer año de gestión - Ministerio de Energía y Minas, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.rekursyenergia.gob.ec/la-agencia-de-regulacion-y-control-de-energia-y-recursos-naturales-no-renovables-arc-cumple-su-primer-ano-de-gestion/>
28. Sustentan proyecto de ley que promueve la reducción y eliminación del uso del mercurio en la minería - Actualidad Ambiental, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.actualidadambiental.pe/eliminacion-del-uso-del-mercurio/>
29. La amenaza del mercurio: el 79 % de la población de seis comunidades nativas de Loreto presenta niveles por encima de los límites permitidos - Mongabay Latam, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://es.mongabay.com/2025/06/amenaza-mercurio-comunidades->

[indigenas-loreto-presenta-niveles-altos/](#)

30. Polémico proyecto de ley para la minería artesanal en Perú ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://es.mongabay.com/2025/06/polemico-proyecto-mineria-artesanal-peru-peligroso-territorios-indigenas-areas-protegidas/>
31. Ley MAPE: el Congreso busca premiar con menos impuestos a los ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.infobae.com/peru/2025/06/03/ley-mape-el-congreso-busca-premiar-con-menos-impuestos-a-los-mineros-ilegales-que-extraen-oro-con-mercurio-en-los-rios/>
32. Senado aprova acordo que estabelece critérios rigorosos para o uso do mercúrio, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2017/07/04/senado-aprova-acordo-que-estabelece-criterios-rigorosos-para-o-uso-do-mercurio>
33. Convenção de Minamata sobre Mercúrio — Ministério do Meio ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/meio-ambiente-urbano-recursos-hidricos-qualidade-ambiental/seguranca-quimica/convencao-de-minamata-sobre-mercurio>
34. MPF pede revogação de leis que autorizam uso de mercúrio no garimpo no Amazonas, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://oeco.org.br/salada-verde/mpf-pede-revogacao-de-leis-que-autorizam-uso-de-mercurio-no-garimpo-no-amazonas/>
35. MPF recomenda que Ibama proíba totalmente uso de mercúrio na mineração da Amazônia, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://lexlegal.com.br/mpf-recomenda-que-ibama-proiba-totalmente-uso-de-mercurio-na-mineracao-da-amazonia/>
36. Proteção histórica: Governo Federal já realizou 6.425 ações e impôs R\$ 477 milhões em prejuízo ao garimpo ilegal na Terra Yanomami, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.gov.br/funai/pt-br/assuntos/noticias/2025/protecao-historica-governo-federal-ja-realizou-6-425-acoes-e-impos-r-477-milhoes-em-prejuizo-ao-garimpo-ilegal-na-terra-yanomami>
37. Repressão à mineração ilegal na Terra Indígena Munduruku mostra sucesso, mas temores persistem - Mongabay Brasil, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://brasil.mongabay.com/2025/04/repressao-a-mineracao-ilegal-na-terra-indigena-munduruku-apresenta-sucesso-mas-temores-persistem/>
38. Estudio proporcionará una visión regional de la situación de la contaminación por mercurio en la Cuenca Amazónica, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://aguasamazonicas.otca.org/estudio-proporcionara-una-vision-regional-de-la-situacion-de-la-contaminacion-por-mercurio-en-la-cuenca-del->

[amazonas/](#)

39. El Convenio de Minamata sobre el Mercurio, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, https://minamataconvention.org/sites/default/files/inline-files/folleto_Minamata_LAC_ES_FINAL.pdf
40. CONVENIO DE MINAMATA - Ministerio del Ambiente, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/10/cuadernillo_minamata.pdf
41. Proyecto eliminará el mercurio en la minería pequeña y de subsistencia - - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.minambiente.gov.co/proyecto-eliminar-el-mercurio-en-la-mineria-pequena-y-de-subsistencia/>
42. DECISIÓN 844 EL CONSEJO ANDINO DE MINISTROS DE RELACIONES EXTERIORES, REUNIDO EN FORMA AMPLIADA CON LOS REPRESENTANTES TITULARE - SICE - OAS, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC844_s.pdf
43. Colaboración regional para abordar los impactos de la contaminación por mercurio en la Amazonía - Banco Mundial, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2023/10/27/colaboracion-regional-para-abordar-los-impactos-de-la-contaminacion-por-mercurio-en-la-amazon-a>
44. protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los ... - Digesa, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, [http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)
45. toma de muestras de aguas residuales | ideam, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38158/Toma_Muestras_AguasResiduales.pdf/f5baddf0-7d86-4598-bebd-0e123479d428
46. TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS SUPERFICIALES PARA LA RED DE CALIDAD DEL IDEAM Código: M-S-LC-I004 Versión, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <http://sgi.ideam.gov.co/documents/412030/97658415/M-S-LC-I004+INSTRUCTIVO+TOMA+DE+MUESTRAS+DE+AGUAS+SUPERFICIALES+PARA+LA+RED+DE+CALIDAD+DEL+IDEAM.pdf/79f94bad-8741-43e7-b379-1d7f067df9c9?version=1.0>
47. Estudio proporcionará una visión regional de la situación de la contaminación por mercurio en la Cuenca Amazónica - OTCA, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://otca.org/estudio-proporcionara-una-vision-regional-de-la->

[situacion-de-la-contaminacion-por-mercurio-en-la-cuenca-del-amazonas/](#)

48. EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE MERCURIO TOTAL EN AGUAS, SUELOS Y SEDIMENTOS DEL RIO SURATÁ, UTILIZANDO UN SISTEMA PARA ANALISIS D - Repositorio de la Universidad Industrial de Santander, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://noesis.uis.edu.co/bitstreams/f7133932-022e-464c-90bc-508cffbee1dd/download>
49. Desarrollo de un método analítico para la determinación de mercurio atmosférico - Repositorio Institucional - UNAL, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://repositorio.unal.edu.co/bitstreams/5d1402a9-ff7c-4261-8c8b-4a58582bdd84/download>
50. ESTANDARIZACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN SEDIMENTOS E IMPLEMENTACIÓN EN EL LABORATORIO AMBIENTAL DE - Repositorio Universidad del Cauca, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/4282/Estandarizaci%C3%B3n%20de%20un%20m%C3%A9todo%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20mercurio%20en%20sedimentos%20e%20implementaci%C3%B3n%20en%20el%20laboratorio%20ambiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
51. ¿Cómo examinar la calidad del agua? Existen pruebas químicas que se pueden hacer cuando los presupuestos son limitados, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://blogs.worldbank.org/es/voices/como-examinar-la-calidad-del-agua>
52. ARMONIZACION DE LOS ESTANDARES DE AGUA POTABLE EN LAS AMERICAS PAOLA ANDREA TRUQUE B., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>
53. ¿Cuáles son los estándares básicos de calidad del agua y la importancia de los sensores de calidad del agua? | Sensor de rika, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.rikasensor.com/es/blog-what-are-the-basic-water-quality-standards-and-the-importance-of-water-quality-sensors.html>
54. ABORDANDO LA CRISIS DE MERCURIO EN LA AMAZONÍA - Panda.org, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf_rios_sanos_gente_sana.pdf
55. 10 NORMAS LEGALES Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias - Ministerio del

Ambiente, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

56. Jefatura del Distrito de Capitanías N°5 realiza operaciones contra la minería ilegal en el río Putumayo, fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://www.gob.pe/institucion/marina/noticias/824634-jefatura-del-distrito-de-capitanias-n-5-realiza-operaciones-contrala-mineria-ilegal-en-el-rio-putumayo>
57. Nova lei no Brasil proíbe o uso de mercúrio na mineração, com ..., fecha de acceso: septiembre 6, 2025, <https://clickpetroleoegas.com.br/nova-lei-no-brasil-proibe-o-uso-de-mercurio-na-mineracao-com-prazo-de-dois-anos-para-o-setor-mineral-se-adaptar/>