



Resumen de investigación

N°16 | Setiembre 2026

Mercurio en el aire:

rastreando el impacto de la minería artesanal de pequeña escala en Madre de Dios

Puntos claves

- **La minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) eleva las concentraciones de mercurio en el aire de la región.** Los niveles promedio fueron hasta 11 veces mayores que el valor de referencia del hemisferio sur ($\sim 1 \text{ ng/m}^3$).
- **Los bosques como esponja de mercurio.** En bosques cercanos a la MAPE, alrededor del 75 % del mercurio presente en el aire proviene de emisiones de la actividad minera. Además, la vegetación tiene la capacidad de capturar entre un 10% a 30% de ese mercurio, incorporándolo al suelo.
- **Las tiendas de compra y venta de oro son focos críticos de emisión de mercurio.** Se estimó que estos lugares emiten un promedio del 93% de mercurio al aire; esto se debe a la quema final del oro antes de la venta. Mientras que a lo largo de la carretera Interoceánica Sur la cifra alcanza un promedio del 67%.
- **Innovación en el monitoreo de mercurio en el aire de la región Madre de Dios.** Este estudio aplica análisis de isótopos para identificar la fuente del mercurio en el aire de Madre de Dios, constituyendo un avance importante para la estimación del impacto de la actividad minera en la región.

Palabras clave: Minería artesanal de pequeña escala, Mercurio, Isótopos de mercurio, esponja de mercurio.

Introducción

El mercurio (Hg) es un metal tóxico que puede estar presente en el aire debido a procesos naturales y actividades humanas. Este elemento puede encontrarse en distintas formas, como mercurio gaseoso (en adelante solo “mercurio” para referirse a esta forma) o adherido a pequeñas partículas suspendidas, como polvo o humo. La forma gaseosa es predominante en el aire y puede permanecer allí durante varios meses, recorriendo largas distancias antes de depositarse sobre la vegetación, el suelo o cuerpos de agua.

Una de las principales fuentes antropogénicas de emisiones de mercurio es la minería artesanal y de pequeña escala (MAPE), que representa aproximadamente el 38 % de las emisiones globales de Hg al aire.

En Madre de Dios, la MAPE utiliza mercurio metálico líquido para recuperar el oro de los sedimentos a través de la formación de una amalgama (mezcla de oro y mercurio). Esta amalgama posteriormente es quemada y durante este proceso se liberan grandes cantidades de mercurio al aire. A pesar de la magnitud del problema, las emisiones de Hg al aire en regio-

nes de minería de oro han sido poco estudiadas principalmente por limitaciones logísticas y técnicas. En este estudio fue posible evaluar estas emisiones utilizando muestreadores pasivos de aire (PAS), una herramienta de bajo costo y de fácil manipulación, permitiendo su instalación en diferentes puntos de muestreo de manera simultánea. Debido a estas características, ha demostrado ser una herramienta eficaz para monitorear concentraciones de mercurio en distintos contextos ambientales.

Este estudio se desarrolló en distintas zonas de Madre de Dios, donde se midieron las concentraciones de mercurio. También se realizó un análisis isotópico, el cual nos permite identificar si el mercurio viene de procesos naturales o actividad humana como la MAPE. También se evaluó cómo los bosques amazónicos capturan este mercurio en el aire, demostrando el rol clave de la vegetación como una esponja de mercurio y su contribución al ciclo terrestre de este contaminante. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer el monitoreo ambiental en regiones afectadas por la actividad minera, para orientar las medidas de regulación y control hacia las principales fuentes de emisión.



Instalación de muestreadores pasivos de aire para evaluar las concentraciones de mercurio en puntos de monitoreo ubicados a lo largo de la carretera Interoceánica, Madre de Dios.

Metodología

El muestreo se realizó en los años 2017 y 2018, ambos en temporada seca. En el 2017, se instalaron PAS en 42 sitios de la ciudad de Puerto Maldonado y 35 sitios a lo largo de la Carretera Interoceánica Sur, incluyendo centros poblados mineros como Laberinto y Mazuko donde se encuentran ubicadas tiendas de oro. En 2018, se instalaron 33 PAS a lo largo de la carretera Interoceánica Sur. Además, se colocaron PAS en bosques a lo largo del corredor minero y en bosques que no tuvieran un impacto directo de la minería. Para realizar análisis isotópicos, con-

sideramos algunos puntos de estos donde se instalaron dos PAS adicionales. En el último año, se recolectaron muestras de hojas y hojarasca (hojas caídas de los árboles) a una distancia de 300 metros de los sitios donde se instalaron los muestreadores de aire (PAS). La colecta se realizó en 8 sitios, 4 ubicados cerca de zonas de minería artesanal (Concesión Paolita II, Centro poblado de Laberinto, Boca Colorado y Concesión de Conservación Los Amigos), y 4 en bosques alejados de la minería (Boca Manu, Cocha Cashu, Chilive y Tayakome).

Análisis en el laboratorio

Análisis de concentración de mercurio

La concentración de mercurio en el material adsorbente de los PAS (carbón activado impregnado con azufre) recolectados en el 2017, se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica (método USEPA 7473) en un analizador directo de mercurio DMA-80 (Milestone) en el Laboratorio de Mercurio y Química Ambiental, co-gestionado por IIAP y CINCIA en Puerto Maldonado, Perú. Para analizar los PAS recolectados y las muestras de hojas y hojarascas de 2018, se usó un analizador de absorción atómica de Hg por combustión Hydra II (Hydra C) (Teledyne, CV-AAS) en la Universidad de Toronto, Canadá.

Análisis de isótopos

Las muestras de PAS, hojas y hojarasca fueron procesadas para análisis isotópico de mercurio (Hg) mediante un método de combustión térmica con captura en solución oxidante de $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$, que permite extraer Hg preservando su composición isotópica.

El Hg capturado se cuantificó con CVAFS y las proporciones isotópicas se midieron mediante CV-MC-ICP-MS en la Universidad de Toronto.



Procesamiento de muestreadores pasivos de aire (PAS) utilizados para evaluar la concentración de mercurio en el aire.

Resultados

Mapeo espacial de Hg gaseoso en Madre de Dios

Las concentraciones obtenidas a partir de mediciones en distintos puntos de la ciudad de Puerto Maldonado, mostraron valores que varían entre 2 a 498 ng/m³ (Fig 1). En zonas periféricas de la ciudad se observaron concentraciones de 2 a 10 ng/m³, mientras, en el sector sureste (centro de la ciudad), se registraron concentraciones más altas, hasta 498 ng/m³. Esta área coincide con la ubicación de

varias tiendas de oro, donde el oro extraído se calienta nuevamente para eliminar los residuos de mercurio que aún puede contener, este proceso es conocido popularmente como refinación de oro. Esta práctica, se realiza con frecuencia dentro de estos locales o en la vía pública y sin medidas adecuadas de control de emisiones lo que incrementa el riesgo de exposición para trabajadores, familias y transeúntes.

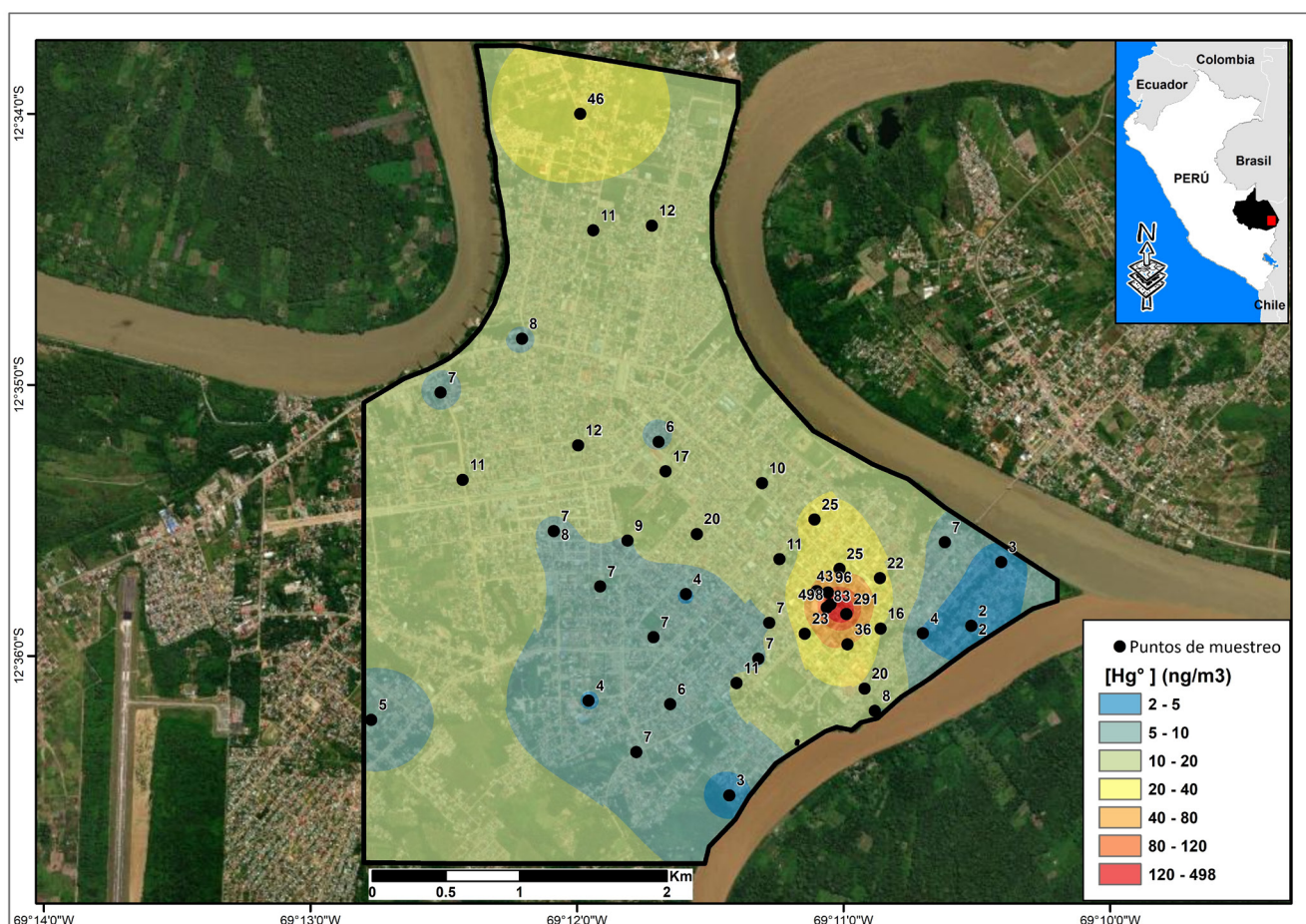


Fig. 1: Mapa de distribución de Hg gaseoso en Puerto Maldonado. Las concentraciones variaron entre 2 y 498 ng/m³, con los valores más elevados concentrados en el sector sureste de la ciudad, donde se ubican numerosas tiendas de oro.

El estudio continuó a lo largo de la Carretera Interoceánica en Madre de Dios y en centros poblados formados a raíz del auge de la minería aurífera, se obtuvieron valores que oscilan entre 5 y 5535 ng/m³ (Fig. 2).

En Laberinto, un centro poblado minero, se registró la concentración más elevada del estudio (5535 ng/m³) en un muestreador instalado al lado de una tienda de oro, superando más de 5000 veces el nivel de referencia del hemisferio sur (~1 ng/m³).

Este resultado evidencia la importancia de estos establecimientos como fuentes de emisión del mercurio. Por otro lado, las concentraciones reportadas en La Pampa fluctuaron entre 5 a 80 ng/m³. También se debe considerar que los PAS

fueron colocados en puntos un poco más alejados de la actividad minera para evitar su retiro. En Mazuko, un centro poblado que también creció ligado a la minería, las concentraciones variaron entre 20 y 270 ng/m³.

Las concentraciones más elevadas se registraron cerca de las tiendas de oro, lo que sugiere que las emisiones están asociadas a la quema del oro con residuos de mercurio.

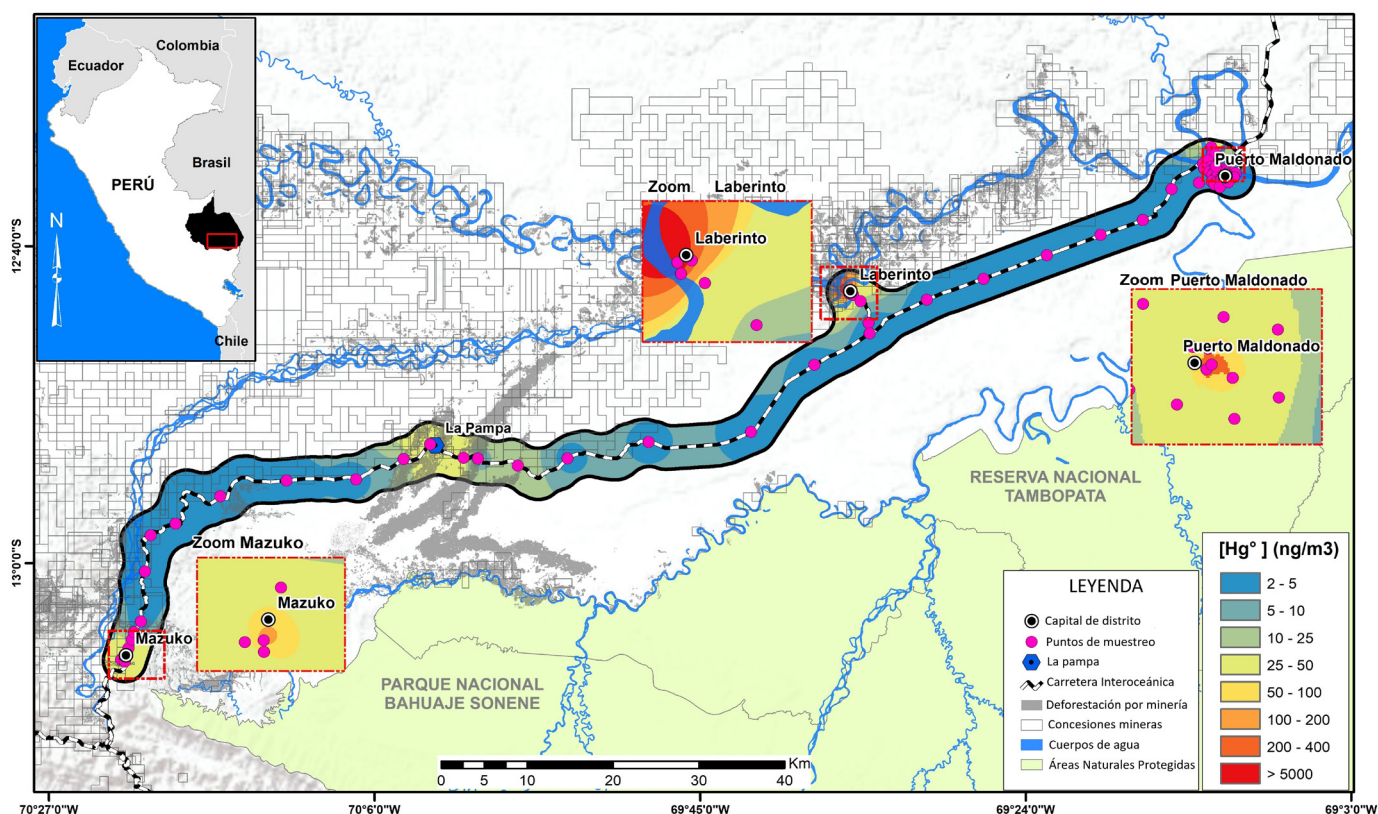


Fig. 2: Mapa de distribución espacial del Hg a lo largo de la carretera Interoceánica en Madre de Dios. Las concentraciones variaron entre 5 y 5535 ng/m³, con los valores más altos registrados en Laberinto y Puerto Maldonado, alrededor de tiendas de oro donde se realiza la quema de amalgamas.

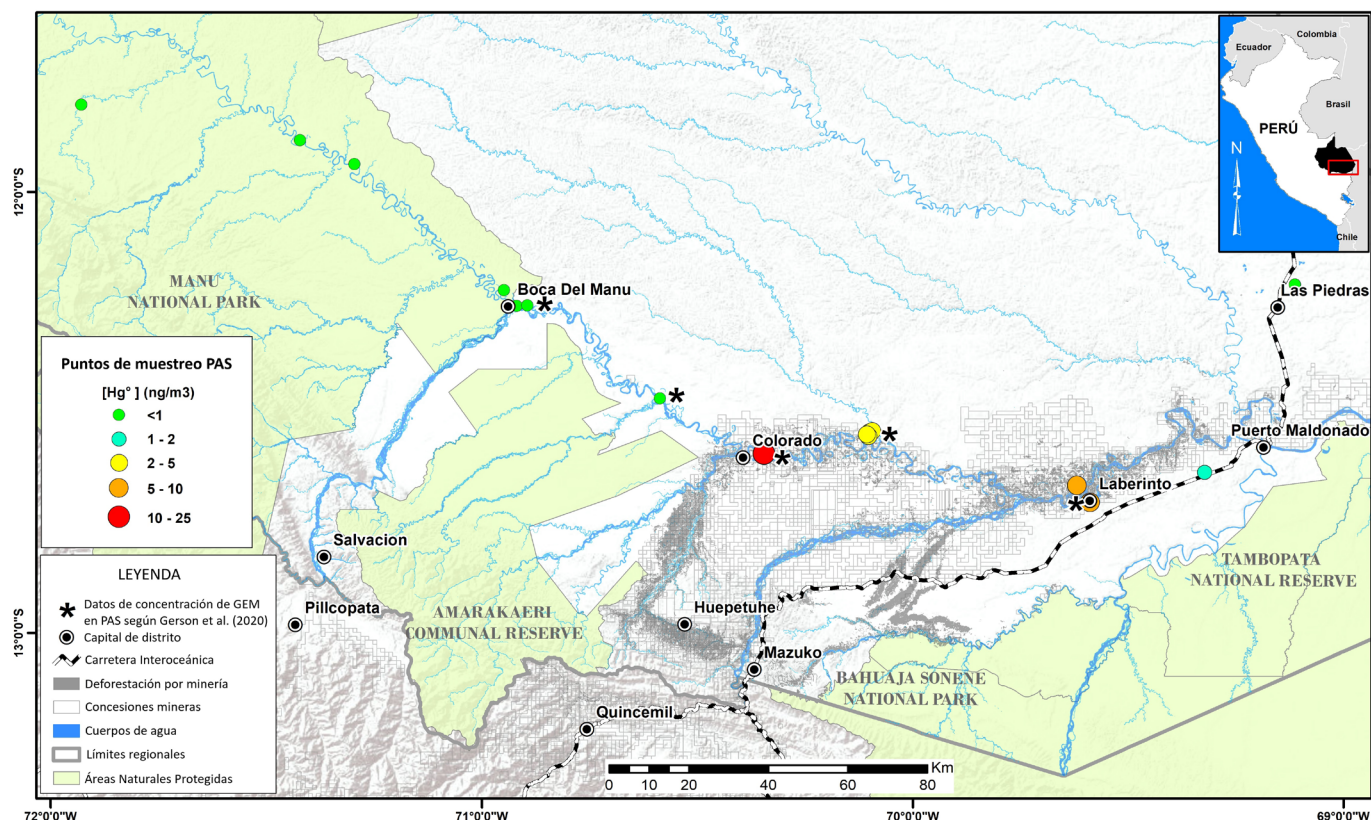


Fig 3: El mapa muestra la distribución espacial del Hg en Madre de Dios, donde se observa que las concentraciones variaron entre 0,7 y 25 ng/m³. Los valores más bajos se registraron en zonas alejadas de la actividad minera, mientras que las concentraciones aumentaron cerca del corredor minero y alcanzaron los valores más altos en zonas con mayor influencia de la MAPE.

Finalmente, se evaluaron las concentraciones de Hg en otros sitios con diferente intensidad de actividad minera registrando un rango de 0.7 a 25 ng/m³.

Entre los sitios muestreados se incluyeron áreas control alejadas de la actividad minera que registraron las concentraciones más bajas (Fig. 3). Incluso menor al valor de referencia para el hemisferio sur (1 ng/m³).

Las concentraciones reportadas en áreas no afectadas por la minería, podrían estar influenciadas por la ubicación de los muestreadores. Estos fueron colocados debajo de las copas de los árboles donde la vegetación captura parte del mercurio que se encuentra en el aire.

Los bosques ubicados a lo largo del corredor minero mostraron un incremento progresivo de las concentraciones del Hg conforme se aproximaban a las zonas de minería. En estos sitios

los valores oscilaron de 1.3 a 5 ng/m³. Limonal y Chilive mostraron concentraciones de 1.3 a 2 ng/m³, mientras que en Los Amigos se registraron concentraciones entre 2 a 5 ng/m³.

Los sitios mineros como el sector de Laberinto y el Sector Boca Colorado mostraron las concentraciones más elevadas entre 11 a 25 ng/m³, lo que confirma que las zonas con actividad minera son puntos críticos de emisión.

La MAPE es la principal fuente de mercurio en el aire en Madre de Dios, generando concentraciones regionales de Hg que superan en promedio hasta 11 veces los niveles de referencia del hemisferio sur (~1 ng/m³).

Fuente de la contaminación por mercurio

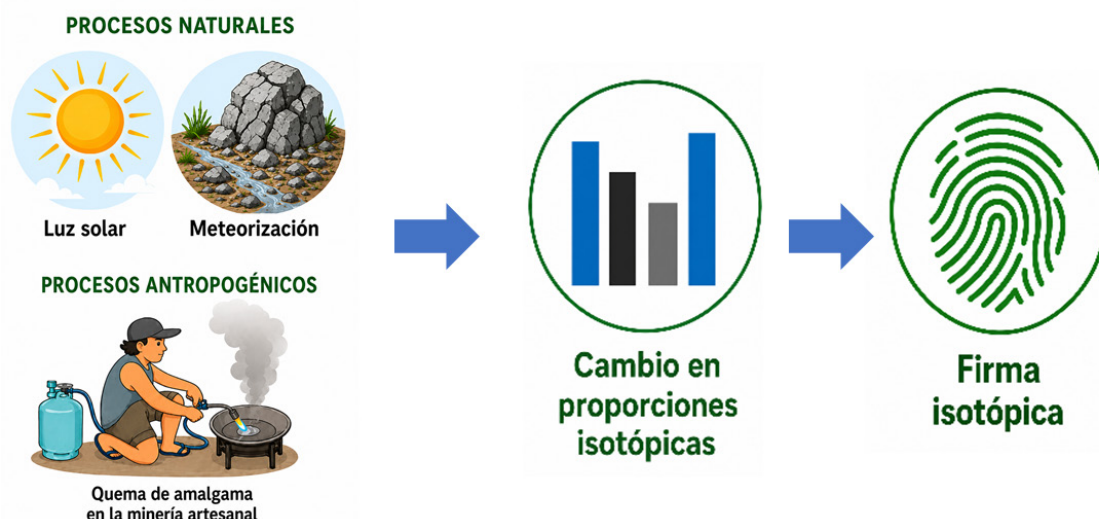
Para comprender mejor estos resultados, primero es importante aclarar que cuando hablamos de isótopos, nos referimos a diferentes versio-

nes del mismo elemento químico, que tienen las mismas propiedades químicas, pero se distinguen por su masa.

El mercurio tiene 7 isótopos estables: ^{196}Hg , ^{198}Hg , ^{199}Hg , ^{200}Hg , ^{201}Hg , ^{202}Hg y ^{204}Hg

En el ambiente, diferentes procesos (naturales y antropogénicos) pueden modificar la proporción de los isótopos (porcentaje en el que cada uno aparece), a este proceso se denomina “Fraccionamiento Isotópico”.

Como resultado, cada fuente o proceso puede generar una firma isotópica característica, que funciona como una “huella digital” y nos permite identificar la fuente del contaminante, como en este caso el mercurio.



En este estudio, la firma isotópica del mercurio se interpretó principalmente a partir de dos indicadores:

$\delta^{202}\text{Hg}$

MDF: fraccionamiento dependiente de la masa

Refleja cambios asociados con las diferencias de masa entre los isótopos durante procesos como la volatilización, las reacciones de oxidación-reducción y la captación del mercurio atmosférico por la vegetación.

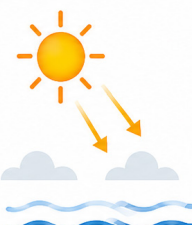


- +** Valores positivos: mayor presencia relativa de isótopos más pesados.
- Valores negativos: mayor presencia relativa de isótopos más ligeros.

$\Delta^{199}\text{Hg}$

MIF: fraccionamiento independiente de la masa

Refleja cambios asociados principalmente con procesos fotoquímicos impulsados por la luz solar, como la fotoreducción y la fotooxidación del mercurio.



- ≈** Valores cercanos a cero: poca transformación fotoquímica.
- ↻** Valores más alejados de cero: mayor transformación ambiental.

Los análisis isotópicos del Hg en la región de Madre de Dios permitieron identificar cuatro grupos: 1) Hg control, 2) Hg asociado a la MAPE y 3) Hg a lo largo de la carretera interoceánica con influencia de la MAPE, 4) Hg en bosque

cerca de la MAPE. Los dos primeros grupos representan grupos bien diferenciados, mientras que los grupos 3 y 4 reflejan la mezcla entre el Hg control y el Hg derivado de la MAPE. (Fig. 4)

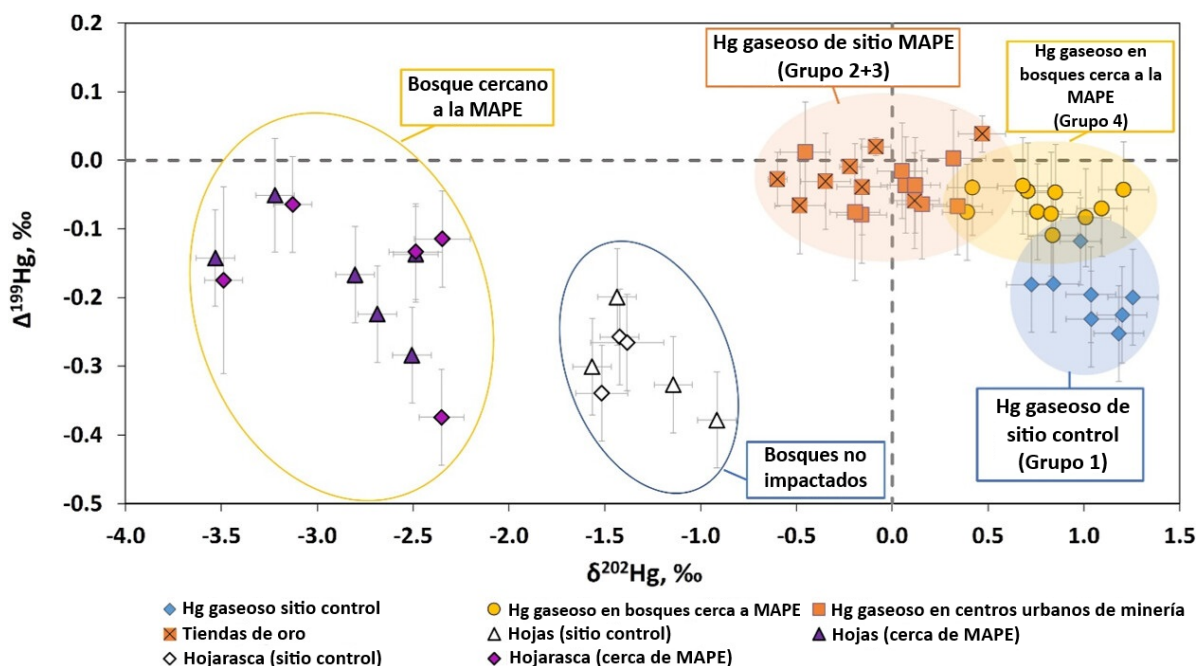


Fig 4: Composición isotópica del mercurio en el aire en Madre de Dios. Las emisiones asociadas a la minería aurífera artesanal y de pequeña escala (MAPE) agrupados por el círculo de color naranja presentan una composición isotópica distinta a la observada en los sitios control agrupados por el círculo azul. Además, los bosques cercanos a las zonas mineras presentan firmas isotópicas intermedias, lo que sugiere una mezcla entre el mercurio control y el mercurio asociado a la actividad minera.

El Hg control (Grupo 1), proviene de muestras colectadas en bosques alejados entre 20 y más de 200 km de las actividades de minería. Los resultados mostraron valores negativos (-0.25 a -0.12) en $\Delta^{199}\text{Hg}$ y positivos (0.73 a 1.26) en $\delta^{202}\text{Hg}$, un patrón que coincide con el comportamiento típico del mercurio en el aire global. Estos resultados reflejan principalmente procesos naturales, como las reacciones fotoquímicas que ocurren en la atmósfera y en cuerpos de agua superficiales, además de la interacción con la vegetación.

En contraste, **Hg asociado a la MAPE (Grupo 2)**, recolectado cerca de tiendas de oro, mostraron generalmente valores positivos (-0.07 a 0.47) de $\Delta^{199}\text{Hg}$ y generalmente valores negativos (-0.63 a 0.47) de $\delta^{202}\text{Hg}$. Estos valores difieren de lo observado en los sitios de referencia y coinciden con los valores informados para muestras recolectadas en varias etapas de procesamiento y relaves de la MAPE de Bolivia, Guayana Francesa y España.

Además de los grupos anteriormente descritos, se identificaron otros dos, que reflejan la mezcla de fuentes y la influencia de la vegetación en el ciclo del mercurio. Estos son, el **Hg muestreado en**

localidades mineras, y a lo largo de la carretera (Grupo 3) que presentó firmas isotópicas entre el Hg control y Hg asociado a la MAPE, lo que sugiere una mezcla de ambas.

Los resultados muestran más valores positivos (-0.11 a 0.01) de $\Delta^{199}\text{Hg}$ y más valores negativos (-0.45 a 0.87) de $\delta^{202}\text{Hg}$, estos valores son más similares a los de las zonas cercanas a la MAPE que a zonas control. En otras palabras, mientras más próximas estaban las muestras a centros poblados mineros o zonas mineras, más se desplazaban los valores hacia la firma isotópica característica de la MAPE.

Las diferencias observadas en los valores $\delta^{202}\text{Hg}$ entre las muestras de este grupo, podrían deberse a que el mercurio emitido durante las distintas etapas de la MAPE no tiene exactamente la misma firma isotópica, esto puede explicarse debido al proceso de volatilización que favorecen la pérdida de isótopos más ligeros generando un fraccionamiento adicional. Asimismo la variación en la capacidad de adsorción de mercurio por la vegetación entre diferentes sitios podría haber influido en los resultados.

Otro grupo que refleja la mezcla de fuentes es el correspondiente al **Hg en bosques ubicados en el corredor minero (Grupo 4)**. Este presentó valores (-0.11 a -0.04) de $\Delta^{199}\text{Hg}$ más positivos que los sitios control y más similares al Hg colectado a lo largo de la carretera y cerca de tiendas de oro, lo que evidencia la influencia del mercurio derivado de la MAPE.

Dentro de este grupo se observó que, en zonas más próximas a las fuentes de Hg de la MAPE (<0,5 km), presentaron una firma isotópica más relacionada con esta actividad que los bosques más alejados (>1 km), lo que sugiere una mayor influencia de la fuente en los sitios cercanos.

En los bosques esta firma no depende solo de la distancia ya que la vegetación juega un

papel clave, al capturar Hg del aire, las plantas retienen preferentemente los isótopos más ligeros, lo que deja en el aire una fracción isotópica más pesada, impulsando así los valores de $\delta^{202}\text{Hg}$ hacia positivos, mientras que el $\Delta^{199}\text{Hg}$ positivo confirma la influencia del Hg procedente de la actividad minera artesanal y de pequeña escala.



Los bosques funcionan como una esponja natural de Mercurio y su rol es fundamental para reducir la cantidad de este contaminante en el aire.



Para reforzar esta idea, se analizaron también las hojas y la hojarasca en los bosques. Las muestras cercanas a la minería mostraron firmas isotópicas que coinciden con la absorción de mercurio proveniente de MAPE, lo que confirma que la vegetación capta este mercurio. Sin embargo, la cantidad de fraccionamiento isotópico entre el Hg del aire y el que termina en las plantas varía dependiendo de factores como el tipo de planta,

su edad, la estructura del dosel del bosque y la cantidad de luz que reciben, tal como se ha reportado en otros estudios. Cabe precisar que ese porcentaje representa la fracción del mercurio en el aire capturado por la vegetación y no debe interpretarse como una eliminación permanente del contaminante, ya que el mercurio puede incorporarse y circular dentro del ambiente terrestre.

Para estimar cuánto mercurio de la minería es capturado por los bosques, se aplicó el cálculo del balance de masa isotópico, resultando que alrededor del

10 a 30%

del mercurio liberado por la minería puede ser capturado por las plantas de los bosques.



El bosque amazónico puede capturar y retener parte del mercurio presente en el aire, cumpliendo un papel importante en la dinámica de este contaminante en el ambiente.

Contribuciones de las emisiones de la MAPE al Hg atmosférico regional

Con la finalidad de estimar cuánto mercurio proviene de la MAPE y cuánto de fuentes naturales, se aplicó un modelo sencillo a partir de los dos primeros grupos: Hg control y Hg asociado a la Mape, aprovechando que ambos tienen valores distintos de $\Delta^{199}\text{Hg}$. Otras posibles fuentes, como la reemisión desde suelos y hojas o eventos de incendios, no fueron incluidas porque su aporte es menor frente a la influencia directa de la minería.

Al aplicar el modelo, se encontró que la contribución de la minería es predominante en los ambientes influenciados por la actividad minera. En los centros poblados mineros donde existe presencia de tiendas de oro,

la MAPE aporta el 93 % del mercurio presente en el aire. A lo largo de la carretera Interoceánica que conecta las zonas mineras con otros espacios, la contribución alcanzó el 67%, además esta actividad emite un 75% de mercurio a los bosques cercanos.



El análisis muestra que el mercurio derivado de la MAPE es la fuente más importante y la que predomina en la región.

Emisión de mercurio a la atmósfera de Madre de Dios



93%
emitido por
tiendas de oro



67%
emitido en pueblos
mineros en la carretera
Interoceánica



75%
se emite a los
bosques cercanos
a la minería

Implicancias para el monitoreo del mercurio en aire y gestión pública

Los resultados confirman que la MAPE es la fuente predominante de mercurio en Madre de Dios y permiten establecer los ambientes que reciben la influencia de esta actividad.

La contaminación por mercurio puede extenderse más allá de las zonas mineras.

Las emisiones de mercurio asociados a la MAPE no se relacionan solo con el lugar donde se extrae el oro. También pueden influir en áreas urbanas y bosques cercanos a la actividad minera.

Esto muestra que la contaminación por mercurio en el aire puede estar asociada a distintos espacios vinculados a la obtención del oro, como la extracción, lugares donde se procesa el material aurífero para recuperar el oro y sitios de comercialización.

Las tiendas de oro son puntos críticos de emisión.

Las concentraciones más elevadas de mercurio se registraron cerca de estos establecimientos, donde el oro extraído pasa por un proceso de quema para purificar el metal del mercurio usado en la etapa de extracción. Dado que estas tiendas de oro generalmente se ubican en centros poblados y operan con limitada regulación o fiscalización, estas emisiones pueden representar una vía significativa de exposición a la población.

Los bosques cercanos a la minería son parte de la ruta ambiental del mercurio.

La vegetación puede captar parte del mercurio presente en el aire y facilitar su transferencia hacia el suelo mediante hojas y hojarasca. Esto significa que las emisiones pueden incorporarse al ciclo terrestre potencialmente ampliando el impacto ambiental.



Muestreadores pasivos de aire (PAS) instalados en el Parque Nacional del Manu para medir la concentración de mercurio en el aire.



Manipulación de muestreadores pasivos de aire para el monitoreo de mercurio.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos del estudio, se plantean acciones orientadas a mejorar el monitoreo del mercurio en el aire, reducir las emisiones y comprender mejor su transferencia hacia otros componentes del ambiente.

Reducir emisiones en establecimientos en las tiendas de oro.

Implementar medidas que eviten la liberación directa de mercurio al aire, como el uso de sistemas de captura de vapores de mercurio (retortas). Además, mejorar las técnicas de recuperación de oro, enfocando acciones a una transición a técnicas libres de mercurio para la extracción de oro.

Identificar y registrar los principales puntos de emisión.

Generar información sobre establecimientos y zonas donde pueden producirse emisiones importantes de mercurio, para facilitar el seguimiento ambiental y la supervisión.

Complementar el Estándar Calidad Ambiental (ECA) con una nueva metodología con evaluaciones de mayor duración.

El ECA para mercurio aire considera un periodo de monitoreo de 24 horas, por ello resulta importante complementarlo con evaluaciones de mayor duración o con técnicas que permitan

medir el mercurio durante varios días o semanas como los PAS. Esto ayudaría a captar mejor la variación temporal del mercurio, especialmente en zonas donde las emisiones asociadas a la MAPE pueden ocurrir de manera intermitente o variar entre días y semanas.

Usar muestreadores pasivos de aire (PAS) para ampliar la cobertura del monitoreo.

Incorporar los muestreadores pasivos en campañas periódicas, facilitaría la medición del mercurio en más puntos del territorio, especialmente en lugares donde el acceso, la electricidad o los costos dificultan el uso de otros equipos. Esto ayudaría a comparar mejor la influencia de la MAPE entre diferentes zonas evaluadas.

Realizar mediciones en diferentes épocas del año.

Incluir evaluaciones en temporada seca y húmeda permitiría conocer mejor cómo cambian las concentraciones, la dispersión del mercurio y la influencia de la MAPE a lo largo del año.

Usar esta evidencia para apoyar acciones de reducción de mercurio.

Integrar los resultados en planes, programas o acciones relacionadas con la reducción de emisiones de mercurio.

Artículo científico original

Szponar, N., Vega, C. M., Gerson, J., McLagan, D. S., Pillaca, M., Delgado, S., Lee, D., Rahman, N., Fernández, L. E., Bernhardt, E. S., Kiefer, A. M., Mitchell, C. P. J., Wania, F., & Bergquist, B. A. (2025).

Tracking atmospheric mercury from artisanal and small-scale gold mining.

Environmental Science & Technology.

<https://doi.org/10.1021/acs.est.4c10521>

Este resumen de investigación fue preparado por CINCIA y sintetiza los principales hallazgos presentados en el artículo científico revisado por pares citado arriba.

Serie de resúmenes de investigación

Los resúmenes de investigación de CINCIA contienen análisis, resultados y recomendaciones de investigación preliminares. Se distribuyen para estimular el debate oportuno y la retroalimentación crítica, y para influir en el debate en curso sobre cuestiones emergentes. El contenido de los resúmenes de investigación puede ser revisado y eventualmente publicarse en otros formatos.

Autores del resumen

Liz M. Huamani, Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA), Puerto Maldonado, Perú

Claudia M. Vega, Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA), Puerto Maldonado, Perú

Jessica N. Pisconte, Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA), Puerto Maldonado, Perú

Marta Torres, Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA), Puerto Maldonado, Perú

Luis E. Fernández, Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA), Puerto Maldonado, Perú

Socios de la Investigación

Sabin Center for Environment and Sustainability, Wake Forest University. Winston-Salem, NC, USA.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) por su valiosa colaboración y cogestión junto a CINCIA del Laboratorio de Mercurio y Química ambiental (LAMQA), donde se realizaron parte de los análisis que hizo posible el desarrollo de este estudio en Madre de Dios.

Sobre CINCIA

Fundado en 2016, el Centro de Innovación Científica Amazónica - CINCIA es un centro de investigación científica independiente y sin fines de lucro con sede en la Amazonia peruana. CINCIA realiza investigaciones para generar conocimiento sobre las amenazas a la biodiversidad y los ecosistemas amazónicos, ofrecer soluciones innovadoras y fortalecer la capacidad científica de la próxima generación de investigadores y líderes de la Amazonia.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por el Consejo de Investigación en Ciencias Naturales e Ingeniería de Canadá (NSERC) y contó con apoyo adicional de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) bajo los acuerdos de cooperación n.º AID-527-A-16-00001 y 72052721CA00005.

Aviso

Este resumen de investigación fue preparado por CINCIA con base en el artículo científico revisado por pares citado anteriormente. Las interpretaciones y conclusiones presentadas en este documento reflejan la síntesis realizada por los autores del resumen y no necesariamente representan las posiciones de las instituciones financiadoras o de las instituciones afiliadas a los autores del artículo original.

Ninguno de estos cambios requiere modificaciones mayores, pero ayudarán a clarificar la autoría del documento, asegurar la correcta atribución del artículo científico original y permitir que el brief pueda ser citado adecuadamente como parte de la serie de research briefs de CINCIA.

Cita sugerida

Huamani, L. M., Vega, C. M., Pisconte, J. N., Torres, M. & Fernández, L. E. (2026).
Mercurio en el aire: rastreando el impacto de la MAPE en Madre de Dios
CINCIA Research Brief Series. No. 16. Centro de Innovación Científica Amazónica (CINCIA).



Este trabajo tiene licencia de Atribución No Comercial- Sin Derivadas 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/>

Edición: Centro de Innovación Científica Amazónica Av. Ucayali Mz 4-Z Lt. 9-A | Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú

Hecho en Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú No. 2026-10552