

## VALORACIÓN SOCIOAMBIENTAL DE LA MINERÍA ARTESANAL DE ORO A PEQUEÑA ESCALA (MAPE) EN UNA POBLACIÓN RURAL DEL SUR DE SINALOA

Socioenvironmental assessment of artisanal small-scale gold mining (ASM) in a rural community in southern Sinaloa

Nydia Yuriana ZAMORA-ARELLANO<sup>1</sup>, Santa-Delia Elizabeth OSUNA-LIZÁRRAGA<sup>2</sup>,  
Jorge RUELAS-INZUNZA<sup>3</sup> y Miguel BETANCOURT-LOZANO<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica de Sinaloa, km 3 carretera municipal libre Mazatlán-Higueras, 82199 Mazatlán, Sinaloa, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Av. Sábalo Cerritos s/n, 82112 Mazatlán, Sinaloa, México.

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Mazatlán, Calle Corsario 1 Número 203, 82070 Mazatlán, Sinaloa, México.

\*Autor para correspondencia: [mbl@ciad.mx](mailto:mbl@ciad.mx)

*(Recibido: diciembre de 2024; aceptado: septiembre de 2025)*

Palabras clave: economía, salud, riesgo ambiental.

### RESUMEN

La minería artesanal de oro (Au) a pequeña escala (MAPE) es una de las principales actividades económicas en Las Habitas, poblado situado al sur de Sinaloa. Esta actividad involucra exposición al mercurio (Hg) durante el proceso de amalgamación del Au. El Hg puede ocasionar daños severos al medio ambiente, así como riesgos para la salud de la población. Para entender la dinámica socioambiental, el presente estudio aborda aspectos fundamentales para el entendimiento de la actividad, que son el conocimiento del proceso y la determinación de la percepción social respecto de actividades mineras. El proceso de obtención de Au es rudimentario, utilizando molinos conocidos como “taunas”, que operan en medidas de protección y seguridad precarias. La generación de ingresos a partir de la venta de Au sostiene esta práctica. Se documentó que para obtener 1 kg de Au en promedio se utilizan 11 880 L de agua y 19.8 kg de Hg, los cuales son liberados directamente al entorno. El proceso dura alrededor de tres días, obteniéndose entre 10 y 20 g del mineral, con un precio de venta promedio de \$565 MXN por gramo. La percepción de la población general respecto a la minería es que representa una actividad económica importante, con un impacto moderado para el medio ambiente, lo cual no dimensiona las verdaderas repercusiones de salud y ambientales a largo plazo. La situación socioambiental de Las Habitas ejemplifica la poca modernización tanto en infraestructura como en técnicas de uso y recuperación de Hg y el poco conocimiento de alternativas menos perjudiciales. El presente estudio resalta la importancia de realizar estudios más exhaustivos sobre los riesgos ambientales y de salud pública, con énfasis en implementar estrategias de mitigación.

Key words: economy, health, environmental risk.

### ABSTRACT

Artisanal small-scale gold mining (ASM) is one of the main economic activities in Las Habitas, a town located in southern Sinaloa. This activity involves exposure to mercury

(Hg) during the Au amalgamation process. Hg can cause severe environmental damage and pose health risks to the population. To understand the socio-environmental dynamics, this study addresses fundamental aspects to understand the activity, including the process and the establishment of social perceptions regarding mining activities. The process of obtaining Au is rudimentary, using mills known as “taunas”, which operate under precarious safety and protection measures. Income generated from the sale of Au sustains this practice. It has been documented that to obtain 1 kg of Au, an average of 11 880 L of water and 19.8 kg of Hg are used, which are released directly into the environment. The process takes about three days, yielding between 10 and 20 g of the mineral, with an average selling price of \$565 MXN per gram. The general population’s perception of mining is that it represents an important economic activity with a moderate environmental impact, but it does not fully grasp the true long-term health and environmental repercussions. The socio-environmental situation of Las Habitas exemplifies the limited modernization in both infrastructure and techniques for the use and recovery of Hg, as well as the limited knowledge of less harmful alternatives. This study highlights the need for more comprehensive research on environmental and public health risks, with a focus on developing and implementing effective mitigation strategies.

---

## INTRODUCCIÓN

La minería artesanal de oro (Au) a pequeña escala (MAPE) se define como “extracción de oro artesanal y en pequeña escala”, en operaciones generalmente realizadas por mineros particulares o pequeñas empresas con una inversión de capital y producción limitadas (UNEP/CM 2024). Esta actividad se practica en alrededor de 70 países, con una fuerza laboral estimada entre 20 y 30 millones de mineros (Telmer y Veiga 2009, Buxton 2013), y se presenta principalmente en América Latina, África y Asia (Gibb y O’Leary 2014, Steckling et al. 2014). De acuerdo con los estándares de la Organización Internacional del Trabajo, la MAPE implica “mano de obra intensiva, con un nivel bajo y básico de mecanización” (Jennings 1999). Estas características propician el empleo informal, común en muchas áreas rurales de países en desarrollo, con trabajadores no calificados, con poco o ningún equipo mecánico y sin las debidas salvaguardias laborales y ambientales (Hentschel et al. 2002, INECC 2017).

Lo anterior contextualiza a la MAPE en el ciclo de pobreza común entre los sectores artesanales, donde las técnicas poco eficientes de extracción y procesamiento generan poca producción y ganancias, asociadas también a la explotación de yacimientos, al acceso limitado a la tierra y a la comercialización (Hentschel et al. 2003, WHO 2017). Esto conlleva prácticas que a menudo son ilegales, temporales o permanentes, en lugares donde abunda el mineral, pudiendo tener un auge muy marcado y posteriormente un declive (Buxton 2013). En ciertas zonas, esta actividad representa un medio de subsistencia familiar,

siendo común que todos los miembros, incluidos los niños, participen en el proceso. En algunos sitios, los trabajadores de las MAPE pueden ser migrantes estacionales, que dividen el tiempo entre la minería y otras actividades económicas (WHO 2017).

En México, la situación referente a la MAPE está poco estudiada. Sin embargo, estimaciones realizadas por el Servicio Geológico Mexicano (SGM 2018) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC 2017) indican que de los 270 100 km<sup>2</sup> asociados a la presencia de minería de oro y plata (13.7 % del territorio nacional), aproximadamente el 26 % corresponde a actividades de la MAPE, que representan el 3 % de los recursos mineros-metalúrgicos del país (MM 2022), y se asume que en este sector prevalece el uso del método de amalgamación por mercurio (Hg) para la extracción de los minerales. En este sentido, por cada 100 km<sup>2</sup> hay presencia de una a 10 minas pequeña escala, lo que lleva a contabilizar entre 3670 a 4577 “taunas” (molinos grande usados para triturar roca), registrándose el mayor número de personas dedicadas a esta actividad en Sonora, Sinaloa y Durango (INECC 2019). A pesar de esto, no se han realizado estudios de impacto ambiental o de salud pública asociados a esta actividad.

### Minería en el sur de Sinaloa

El estado de Sinaloa cuenta con 13 regiones mineras caracterizadas por su gran potencial, con distritos donde la minería se desarrolla a gran escala, pero también con sitios donde la actividad es incipiente y rudimentaria (SGM 2020). En particular, en el sur del estado, existen numerosas comunidades donde la

extracción artesanal de oro es una actividad preponderante. Algunos reportes indican que Sinaloa destaca a nivel nacional por el número de gambusinos (4302), referidos como las personas dedicadas a la búsqueda y extracción de los minerales, con una alta proporción de participación de mujeres (30 %) y niños (7 %) (INECC 2017, SGM 2018), en un contexto generalmente asociado a condiciones de marginación y de actividades ilícitas. Como ejemplo de lo anterior, el reporte de Hernández-Estrada (2019) menciona que en la sierra del municipio de El Rosario se presentó el fenómeno conocido como fiebre del oro, que fue aprovechado por el crimen organizado que acechaba a los gambusinos de la zona, principalmente en La Rastra y Plomosas, despojándolos de sus productos, ganancias y en ocasiones hasta de su vida. Este caso no es aislado; estados como Coahuila, Michoacán, Colima y Jalisco han registrado problemas relacionados al crimen organizado en este sector (Tetreault 2014). No obstante esta situación, en el municipio de El Rosario se siguen realizando prácticas de MAPE, posiblemente por ser una actividad arraigada en la tradición, que es además sostén económico de numerosas familias. Sin embargo, dado que las prácticas de extracción del oro históricamente han dependido de la utilización de Hg, normalmente mediante taunas donde se lleva a cabo

la amalgamación, el riesgo por la contaminación con Hg persiste, tanto desde la perspectiva ambiental como desde la de la salud pública, particularmente en las personas que están directamente relacionadas con la actividad. Con base en lo anterior, el presente trabajo se enfocó en la comunidad rural Las Habitas, municipio de El Rosario, Sinaloa, en la cual la extracción artesanal de oro es realizada por gran parte de la población, abordándose las siguientes preguntas de investigación: ¿cómo es el proceso de extracción de oro en la comunidad desde la perspectiva económica?, ¿cuál es el balance de materia respecto a la extracción de oro por amalgamación y las posibles emisiones de Hg al ambiente?, ¿cuál es la percepción socioambiental de la actividad por los habitantes de la comunidad? y ¿cuál es la percepción de riesgo a la salud por los trabajadores de las taunas?

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El municipio de El Rosario se localiza en el sur del estado de Sinaloa, entre las coordenadas geográficas  $22^{\circ} 59' 31''$  N y  $105^{\circ} 51' 41''$  O, con una extensión territorial de 2641.63 km<sup>2</sup> (Fig. 1). Alberga comunidades

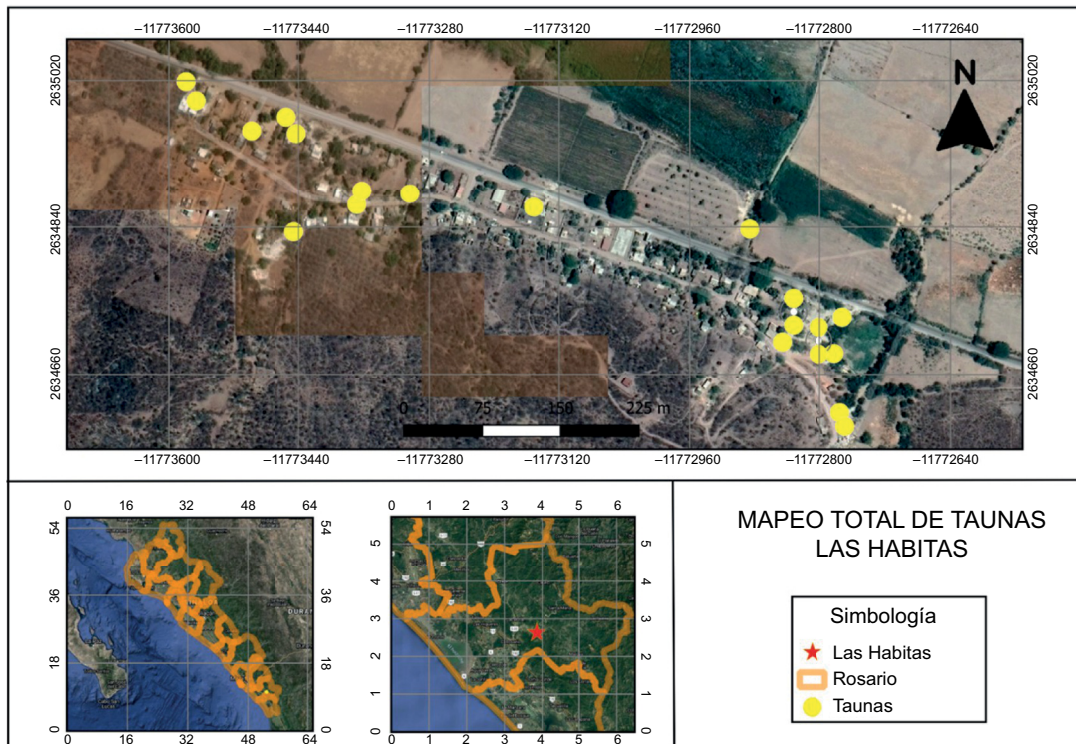


Fig. 1. Localización de taunas en el poblado Las Habitas, municipio minero de El Rosario, Sinaloa, México.

rurales que se favorecen de los recursos ecosistémicos que sustentan actividades económicas como la pesca, la agricultura y la minería (INEGI 2010). El municipio de El Rosario ha sido, desde sus inicios, un sitio minero por tradición. Fue fundado al descubrirse la mina El Tajo en 1655, propiciando el esplendor de la ciudad por la presencia de yacimientos de oro y plata. Durante esa época, la técnica de beneficio era la amalgamación por sales, agua y mercurio; sin embargo, hacia 1902 la técnica cambió y fue sustituida por la cianuración (Zavala-Nevárez 2009, Román-Alarcón 2017). Sin embargo, mientras las grandes mineras llevan a cabo esta última para la extracción de oro, las MAPE siguen utilizando amalgamación con Hg. La minería aurífera artesanal se practica en comunidades como Las Habitas, Matatán, Plomosas, Buenavista y Maloya.

### Conteo de taunas y caracterización del proceso MAPE

Se realizó una visita a Las Habitas durante el mes de agosto de 2020 para contabilizar el número de taunas. Se documentaron tanto el procedimiento como los equipos y materiales de la minería artesanal. Se identificaron las rutas potenciales de exposición al Hg durante el proceso. El recorrido de conteo y localización se realizó en compañía del comisario de la comunidad, tomando coordenadas de cada tauna con un dispositivo geoposicionador (GPS, por sus siglas en inglés), así como fotografías y videos del proceso. La documentación del proceso minero artesanal se realizó de manera simultánea a una charla-entrevista con los mineros artesanales. Se recopilaron datos de operación y funcionamiento (mineral utilizado, tiempo de operación, utilización de Hg para amalgamación, rendimientos del proceso, ganancia económica por gramo de oro vendido), así como del proceso general desde la obtención del material hasta la venta del oro, incluyendo aspectos sobre seguridad, protección laboral, conocimiento de métodos alternativos de extracción y la eficiencia del proceso.

### Balance de materia

El balance másico de Hg en las operaciones de las taunas en Las Habitas se elaboró con la ley de la conservación de la materia. Por lo tanto, un balance de materia consiste en la verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe existir entre los insumos de entrada, los productos y los residuos de salida en un sistema (Felder y Rousseau 2004). Con los datos operativos del proceso se estimó la cantidad de Hg utilizada en el proceso y la cantidad de Hg en

la amalgamación, así como las emisiones al ambiente (agua y suelo), siguiendo la ecuación 1:

$$E_m + E_A + E_{Hg} = S_s + S_{Hg/Au} \quad (1)$$

donde  $E_m$  es la entrada del material,  $E_A$  es la cantidad de agua añadida en el proceso,  $E_{Hg}$  es la cantidad de mercurio utilizado,  $S_s$  indica la cantidad de material, agua y Hg a la salida de la tauna y  $S_{Hg/Au}$  representa la cantidad de Hg quemado durante la amalgamación.

Adicionalmente, se estimó el rendimiento del proceso de acuerdo con la relación entre el Au obtenido y el Hg utilizado, siguiendo la Guía Técnica de Producción más Limpia (CTPS 2005):

$$Relación_{\left(\frac{Hg}{Au}\right)} = \frac{Total\ del\ Hg\ no\ recuperado}{Total\ de\ Au\ producido} \quad (2)$$

### Encuesta socioambiental a población general y de percepción de riesgo a mineros artesanales

El término socioambiental “se refiere a aquellas temáticas, acciones y problemas que involucran tanto a la sociedad como al medio ambiente” (DS 2025). En esta temática se abordan aspectos relacionados con el bienestar social y la sostenibilidad ambiental, destacando la interdependencia entre ambas esferas, con temas como la conservación de los recursos naturales, la gestión de residuos, la responsabilidad social empresarial, el desarrollo sostenible, y la equidad y justicia social, entre otros. Por su parte, el riesgo es la probabilidad de que ocurra un daño por determinado peligro (PNUMA/IPCS 1999), dependiendo del tipo de peligro y la exposición. Para definirlo de manera formal, se puede decir que es la probabilidad de que se produzca un evento dañino (muerte, lesión o pérdida) por exposición a un agente químico o físico en condiciones específicas; o bien, la frecuencia esperada de la aparición de un evento dañino (muerte, lesión o pérdida) por la exposición a un agente químico o físico en condiciones específicas. En este sentido, la percepción de riesgo se puede definir y evaluar de diferentes maneras, entendiéndose como “la probabilidad percibida”, “vulnerabilidad percibida” o “susceptibilidad”. Brewer et al. (2007) indican que esta puede estar influida por lo siguiente: 1) la percepción individual de la probabilidad de daño, 2) la percepción de la susceptibilidad general del individuo al daño y 3) la severidad percibida de las consecuencias, que, ya sea de manera conjunta o independiente, tendrá una repercusión en la toma de decisiones. Con base en lo anterior, los instrumentos utilizados para evaluar la percepción sobre la minería fueron las encuestas dirigidas. Para que la población

tuviera representatividad, el número de encuestas aplicadas ( $n$ ) se estimó de acuerdo con la ecuación 3 (Henry 1990):

$$n = \frac{k^2 pqN}{e^2(N-1) + k^2 pq} \quad (3)$$

donde  $k$  es el intervalo de confianza ( $95\% = 1.96$ ),  $pq$  es la varianza de la población (0.25),  $e$  es el margen de error (.05) y  $N$  es el tamaño de la población (327 habitantes en Las Habitas). Esto arrojó un total ( $n$ ) de 170 encuestas.

Las encuestas aplicadas fueron de dos tipos: la primera estuvo dirigida a la población general ( $n = 170$ ) (sección S1 en el material complementario) con el objetivo de conocer la percepción socioambiental sobre la minería y su posible impacto en el medio ambiente y la salud humana, para lo cual se seleccionó una población cercana al área de estudio pero que no estuviera influida directamente por actividades mineras; la segunda estuvo dirigida a los operadores de las taunas ( $n = 10$ ) (sección S2 en el material complementario), en la cual se abordaron aspectos relacionados con la importancia económica de la MAPE como fuente de trabajo, las condiciones laborales y de seguridad, y el manejo de materiales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de la actividad de extracción de oro en Las Habitas

Se registró un total de 20 taunas en operación en Las Habitas (Fig. 1). Esta comunidad ha sido reconocida por sus actividades de MAPE por mucho tiempo. Se localiza a 10.9 km al este de la localidad de El Rosario y cuenta con una población de 327 habitantes (155 hombres y 172 mujeres) que se dedican principalmente a la minería o a la agricultura (por temporada) y al hogar. La comunidad presenta un alto grado de marginación y carencia de servicios públicos básicos (SE 2023).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO 2017), el proceso de la MAPE consta de seis pasos regulares para la obtención del oro, la extracción, el procesamiento, la amalgamación, la concentración, la quema y la refinación. El proceso utiliza Hg para la obtención de oro de forma simple y eficaz, formando una amalgama con ambos metales, cuya separación se logra calentando la amalgama a altas temperaturas, generando vapores de Hg para posteriormente obtener el metal precioso. Este es el procedimiento que se practica en Las Habitas de manera rudimentaria (Figs. 2 y 3) y directamente la

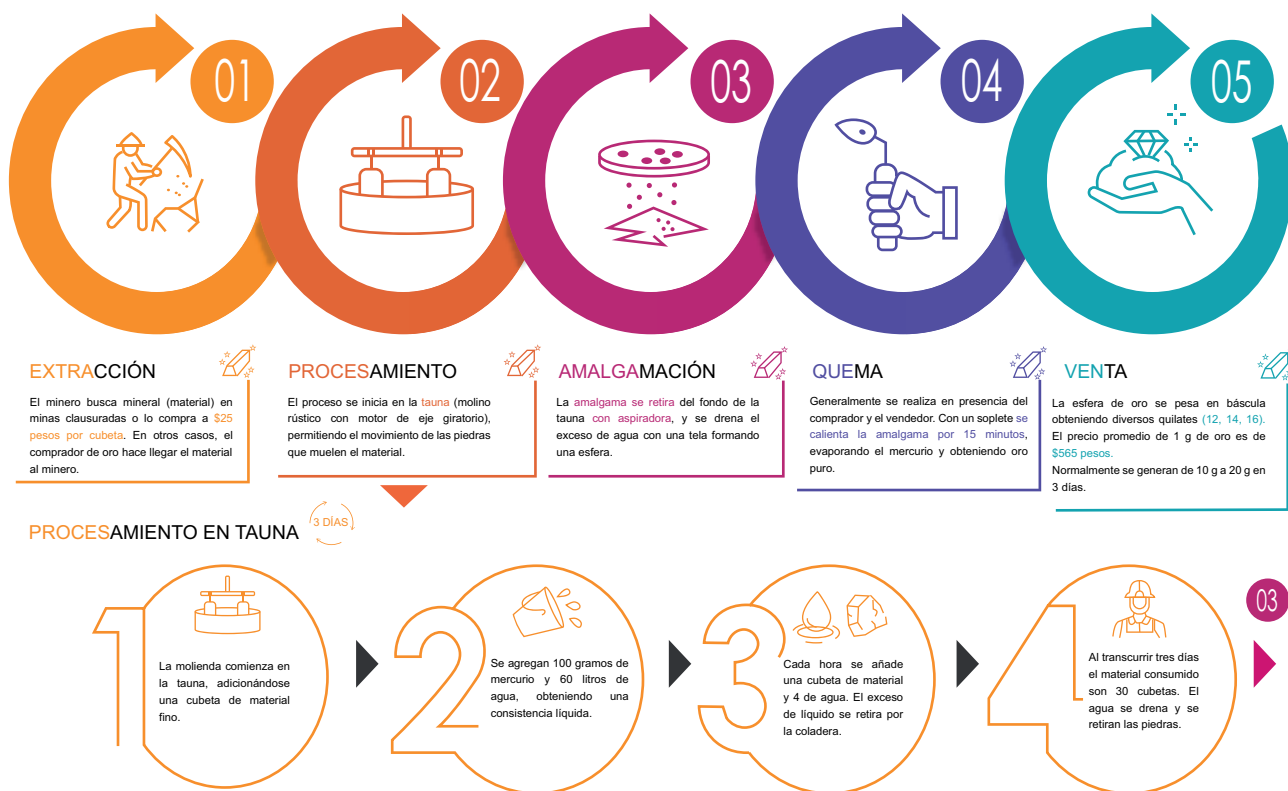


Fig 2. Molino de trituración para la extracción de oro, conocida como tauna. Comunidad de Las Habitas, El Rosario, Sinaloa.

llevan a cabo hombres y mujeres de la comunidad, prácticamente sin medidas de protección ni seguridad, comúnmente al aire libre en los patios de sus casas. El Hg se adquiere con frecuencia a través de las personas que compran el oro o, en algunos casos, lo consiguen de contrabando (comentario personal).

El proceso en las taunas comienza con la obtención del mineral. Se identifican dos opciones: 1) el operador o dueño de la tauna va en busca del mineral en algún yacimiento o mina clausurada (Zafiro, El Habal, La Rastra y Tebaira); 2) el operador o dueño de la tauna compra el mineral (\$25 pesos por cubeta), señalándose que, en algunos casos, los vendedores pertenecen al crimen organizado.

Cuando el mineral llega en piedras grandes, se tritura con mazo y cincel hasta conseguir el tamaño deseado (aproximadamente  $3 \text{ cm}^2$ ). La tauna es un tipo de molino rústico de eje giratorio que arrastra dos rocas de gran tamaño en el piso de la tina, cuya finalidad es moler finamente el mineral. El molino consta de un motor eléctrico, frecuentemente de 5 hp, acoplado a un diferencial de automóvil con flecha cortada. En ocasiones, cuando el motor no cuenta con la suficiente fuerza, se le adaptan poleas para aumentar la potencia. Para el inicio de la molienda se adicionan una cubeta (aproximadamente 19 kg de mineral), 100 g de mercurio elemental y 60 L de agua, y se hacen girar las piedras hasta obtener una consistencia líquida no muy espesa. Cada hora se añaden una cubeta de material y cuatro cubetas de agua hasta obtener la misma consistencia. La tauna posee una coladera que permite la salida por decantación del exceso de líquido. Después de tres días de operación, se reportó un consumo promedio de 30 cubetas (aproximadamente 870 kg). Al finalizar,



**Fig. 3.** Descripción de la actividad minera artesanal (MAPE) en la comunidad de Las Habitas, El Rosario, Sinaloa. Se explica el proceso de extracción con molinos de piedra, conocidos como taunas y amalgamación con mercurio.

el agua se drena y se retiran las rocas para continuar con la amalgamación.

La amalgama se define como la aleación que resulta al unirse el mercurio con el oro. Al término del drenado, en el fondo de la tauna se recolecta la amalgama, que presenta una consistencia de pasta blanca y blanda y se retira con una aspiradora convencional. Posteriormente, se coloca en un trozo de tela para ser filtrada, aplicando presión y exprimiendo manualmente (generalmente sin guantes) hasta formar una esfera. La amalgama se coloca entonces sobre un tambo metálico o sobre una base de cemento y se “quema” con la ayuda de un soplete de gas a alta temperatura (350-600 °C) durante un tiempo no mayor a 15 min, provocando que el Hg se evapore y se obtenga el oro. Es práctica común que la “quema” la realicen de manera conjunta el vendedor y el comprador, sin protección alguna, y que finalmente pesen el oro resultante en una báscula “gramera”. En las mejores condiciones de procesamiento se recuperan de 10 a 20 g de oro en tres días. El precio de venta durante el periodo en que se realizó este trabajo fue de alrededor de \$565 pesos por gramo (con variaciones acordes con la pureza del oro en quilates).

### Balance de materia

Respecto de los procesos de la MAPE, el balance másico de Hg se estableció a partir de la información del proceso de extracción proporcionada por los mineros artesanales, calculando la relación entre el Hg utilizado y el oro obtenido, lo que permite inferir la cantidad de Hg no recuperado que se emite al medio ambiente.

El balance de masas de Hg en el proceso de extracción por amalgamación se realizó a partir de documentar el proceso en ocho taunas distribuidas en diferentes locaciones de Las Habitas (**Cuadro I**). Se registró que las taunas utilizaron en promedio  $106.25 \pm 41.72$  g de Hg en un ciclo de trabajo de tres días, y procesaron un promedio de  $665 \pm 95$  kg de mineral. Se obtuvo una amalgama promedio de  $14 \pm 4.89$  g, con una proporción aproximada de 50:50 Hg-Au. En consecuencia, la cantidad promedio de oro producido en un ciclo de trabajo es de  $7 \pm 2.44$  g, con un rendimiento de obtención de oro dependiente de la riqueza del mineral que se utilice.

El cálculo de las emisiones al ambiente considera tanto el Hg que se libera como exceso en estado elemental durante el proceso de amalgamación como

**CUADRO I.** RELACIÓN PROMEDIO DE Hg/Au POR CICLO DE TRABAJO EN TAUNAS DE LAS HABITAS.

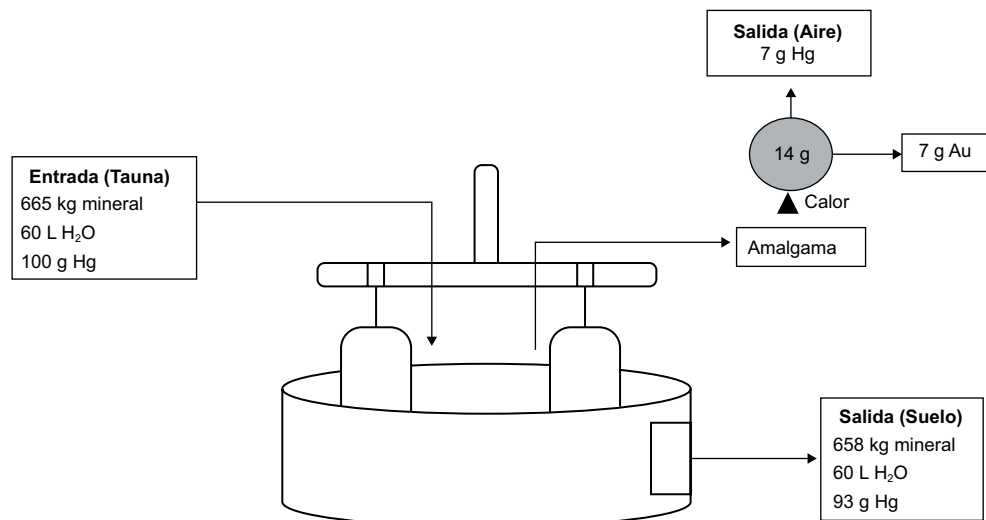
Taunas	Cantidad de Hg total utilizado (g)	Peso de la amalgama (g)	Cantidad de Hg recuperado (g)	Total de Hg no recuperado (g)	Cantidad de oro producido (g)	Relación Hg/Au
1	100	12	0	100	6	16.66
2	100	16	0	100	8	12.5
3	50	16	0	50	8	6.25
4	100	20	0	100	10	10
5	100	10	0	100	5	20
6	100	20	0	100	10	10
7	200	6	0	200	3	66.66
8	100	12	0	100	6	16.66
Promedio $\pm$ desviación estándar	106.25 $\pm$ 44.98	14 $\pm$ 4.90	0	118.75 $\pm$ 44.98	7 $\pm$ 2.61	19.84 $\pm$ 20.98

el volatilizado vía la “quema” para la obtención final del oro. Para esto último, los mineros no recuperan el Hg utilizado mediante retorta o algún otro método de recolección. En conjunto, la emisión al medio ambiente en una tauna que usa 106 g de Hg se estima de la siguiente manera: 93 % (98.58  $\pm$  2.29 g) de Hg son liberados vía acuosa por el drenaje de la tauna (incorporados al manto freático, sedimentos o suelos de los alrededores) y 7 % (7.42  $\pm$  2.59 g) al aire en forma de vapores de Hg.

En el balance general (**Fig. 4**), se estimó que la producción promedio de oro fue de 10.88  $\pm$  3.67 g por tonelada de mineral (7  $\pm$  2.44 por ciclo de trabajo, utilizando un promedio de 665  $\pm$  95 kg de mineral). Asimismo, el balance Hg/Au indica que por cada 19.84 g de Hg utilizado se obtiene 1 g de oro; al no recuperarse el Hg, el 100 % se convierte en emisión al entorno. Sin embargo, como en toda actividad, se

registraron dos escenarios de taunas con variaciones destacadas. Por ejemplo, se documentó una tauna que recuperó 8 g de oro con 50 g de Hg, lo cual contrasta con otra que obtuvo 3 g de oro usando 200 g de Hg. Las emisiones y la relación Hg/Au cambian drásticamente en cada escenario de rendimiento. Sin embargo, de manera general, se estima que la producción promedio de una tauna en México varía de 45 a 150 g de oro por semana (INECC 2019) y que se requieren aproximadamente 2.20 kg de Hg por kilogramo de oro.

En otras partes de América Latina se reporta el uso de Hg en los quimbaletes, que son una especie de mortero equipado con dos piedras de gran dimensión que trituran el mineral. De acuerdo con Cuentas-Alvarado y Velarde-Ochoa (2019), en La Rinconada, Bolivia, el uso de mercurio fluctúa entre 5 y 17 g para obtener 1 g de oro, siendo 15 kg la capacidad

**Fig. 4.** Diagrama del balance de materia en la tauna.

de molienda, sin tiempo definido. En dicho estudio, el balance másico reportado para los quimbaletes y molinos de bolas, dio como resultado una relación Hg/Au de  $10.263 \pm 5.652$  g y  $6.418 \pm 1.465$  g de Hg por g de oro recuperado, respectivamente. De acuerdo con este balance, del total de Hg usado en el molino de bolas, el 21 % es emitido a la atmósfera en forma de vapores de Hg y el 79 % al relave; mientras que en el quimbaleta, el 10.9 % se emite a la atmósfera y el 89.1 % al relave. Por otro lado, en El Bagre, Antioquia, Colombia, tras realizar un balance másico en 5 minas de diferentes tipos (aluvial y filón), Luna-Arcilla y Soto-Hoyos (2016) estimaron que para obtener 1 g de oro son necesarios en promedio 2.441 g de Hg.

En cualquiera de los casos, el Hg emitido representa una preocupación ambiental y para la salud humana, dado que una vez que alcanza el medio acuático se puede transformar en Hg orgánico, normalmente en forma de metilmercurio (MeHg), el cual se bioacumula y biomagnifica en la cadena trófica, siendo la fuente más importante en humanos el consumo de alimentos contaminados como el pescado. Además, el MeHg y otras formas orgánicas son particularmente peligrosos para los humanos debido a su toxicidad a largo plazo y su capacidad para cruzar cualquier barrera celular (Benedict et al. 2022). El sistema nervioso, la médula ósea, los riñones, el cerebro, la placenta y el feto (especialmente el cerebro fetal) pueden llegar a acumular cantidades

significativas de MeHg (Zhao et al., 2022). Por su parte, el Hg elemental ( $Hg^0$ ) gasificado a partir de las amalgamas puede ingresar en el organismo por ingestión, absorción a través de la piel o respiración en caso de contacto directo. Alrededor del 80 % del vapor de Hg metálico generado por las amalgamas se inhala, comparado con el 7-10 % que se ingiere y solo el 1 % que se absorbe por contacto con la piel. Una vez dentro del organismo, forma enlaces con aminoácidos que contienen azufre, donde este vapor de  $Hg^0$  llega al cerebro en suero (disuelto) o como adherente a la membrana de los glóbulos. Además, el  $Hg^0$  se aloja en diversos órganos o tejidos, incluidos los senos, músculos, tiroides, pulmones, hígado, miocardio, riñones, próstata, piel, páncreas, glándulas sudoríparas, eritrocitos, testículos y/o glándulas salivales, donde, en muchos casos, esta acumulación puede conducir a la disfunción (Zulaikhah et al. 2020).

### Percepción socioambiental de la minería en la población general

En el presente estudio se aplicó un total de 180 encuestas (170 a población general y 10 a mineros de oficio, **Cuadro II**). La mayoría de los encuestados manifiesta que la actividad contamina, con 46 y 41% indicando mucho y regular impacto, respectivamente, y el resto, poco o nulo impacto. Con relación a la pregunta abierta sobre las externalidades de la actividad minera en el entorno, las respuestas se agruparon en nueve categorías (**Cuadro III**, pregunta 1), destacan-

**CUADRO II.** DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN GENERAL ENTREVISTADA EN LAS HABITAS, EL ROSARIO, SINALOA.

Grupo de edad	Hombres (%)	Mujeres (%)	Ocupación	Hombres (%)	Mujeres (%)
A (17-25 años)	12	27	Ama de casa	-	12
B (26-35 años)	2	3	Comercio	3	3
C (36-45 años)	4	12	Educación	2	4
D (46-55 años)	9	7	Estudiante	11	27
E (56-65 años)	5	7	Industria Privada	7	7
F (>66 años)	5	7	Jubilado	1	3
			Oficio*	15	5
Escolaridad	H	M	Lugar de origen	H	M
Primaria	4	1	Fuera de Sinaloa	7	6
Secundaria	3	7	Región de Sinaloa	7	9
Preparatoria	7	11	Región El Rosario	22	49
Estudiante en curso	11	29			
Licenciatura	11	15			
Carrera trunca	1	-			

\*Oficios: albañiles (5), mineros (2), pescador (1), obrero (1), cocineras (2), secretarías (3), agricultores (3), cantante (1), barman (1), mesero (1), operador (1), marinero (1), militar (1).

**CUADRO III.** PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DE LA MINERÍA EN EL MEDIO AMBIENTE Y EN LA SALUD EN POBLACIÓN GENERAL.

Pregunta abierta 1. <i>¿Cómo crees que la minería contamina el medio ambiente?</i>	Porcentaje
Deforestación y alteración del ecosistema. Contaminación de agua y suelo	23
Desechos de productos químicos	19
Uso de explosivos y uso de maquinaria pesada (explotación del suelo)	18
Contaminación del aire por gases generados y polvo	14
Uso de productos químicos durante el proceso	11
No sabe	5
Uso de agua durante el proceso	4
No afecta	4
Uso del mercurio durante el proceso	3
<hr/>	
Pregunta abierta 2. <i>¿Cómo crees que la minería causa daños a la salud?</i>	
Enfermedades respiratorias	39
Condiciones laborales riesgosas	13
Intoxicación por exposición a agentes químicos	12
Uso de agua contaminada para riego y uso doméstico	11
No sabe	6
Contaminación del suelo	5
No hay daños a la salud	3
Enfermedades a largo plazo como cáncer	3
Por exposición a metales pesados	3
Enfermedades de la piel	2
Problemas neurodegenerativos a largo plazo	2
<hr/>	
Pregunta abierta 3. <i>¿Cómo crees que el mercurio puede dañar la salud?</i>	
Se acumula en el cuerpo y con el tiempo provoca cáncer	38
Intoxicación si se ingiere	30
Puede causar daño al sistema nervioso central	28
No causa daño	2
Nada, el cuerpo lo elimina	1
Puede causar demencia	1

do los siguientes impactos: deforestación y cambio de uso de suelo (23 %), productos químicos utilizados (11 %) y desechados (19 %), uso de explosivos (18 %) y generación de gases y polvo durante las actividades mineras (14 %).

Respecto al posible daño percibido que la minería podría generar en la salud, 84 % de la población considera que la minería puede causar de poco a mucho daño (**Cuadro III**, pregunta 2); de este porcentaje, 39 % señala posibles afectaciones en las vías respiratorias, mientras que el resto indica condiciones riesgosas y contaminación por diversos factores.

Dada la relevancia del Hg como contaminante ambiental, se le preguntó a la población general sobre su conocimiento de su utilización en el proceso de extracción. Sorprendentemente, 75 % de los entrevistados respondió no conocer sobre su utilización, lo que contrastó con 79 % de los entrevistados que reconocieron que el Hg es un posible contaminante ambiental que puede causar daño en la salud. En la

identificación de efectos en la salud, la mayoría de la población relaciona de manera clara la exposición a Hg con enfermedades cancerosas, neuronales o intoxicaciones (**Cuadro III**, pregunta 3).

En cuanto al impacto del mercurio en el medio ambiente, el 95 % de los encuestados consideró que sí puede llegar a causar daño y el 71 % consideró que, una vez liberado en el ambiente, puede llegar a los alimentos y contaminarlos. En cuanto al conocimiento sobre el Hg en los alimentos, 39 % consideró que puede haber presencia de mercurio en pescados y mariscos, 24 % consideró que está presente en todos los alimentos y 19 % supuso que no hay presencia de Hg en los alimentos. Una menor proporción de los encuestados indicó que el Hg también puede estar presente en legumbres y hortalizas (10%), carnes rojas y lácteos (8%) y cereales (2%).

Respecto al conocimiento del Hg como causante de daño neurodegenerativo en adultos y retraso mental en niños, el 58 % respondió que sí sabía, mientras

que el resto lo desconocía. Cuando se preguntó sobre la asociación entre las emisiones de Hg y la minería, en América Latina, el 80% respondió que no sabía.

En el aspecto económico, 43 % de los encuestados mencionaron como razones para dedicarse a la extracción de oro la falta de oportunidades de empleo; el 38 % la consideró como un aporte importante de ingreso a la economía familiar, y el 13 % consideró que se debió a que contaban con el equipo y material disponibles. En contraste con la minería a gran escala, el 65 % consideró que el impacto ambiental es menor en la minería artesanal, mientras que el 35 % consideró que el impacto es igual o mayor. En general, se puede relacionar la marginación y, por ende, la falta de oportunidades productivas en comunidades rurales, como la principal causa que mantiene la extracción artesanal de oro como alternativa económica. En conjunto, estos elementos están asociados con graves afectaciones ambientales y de salud humana. De acuerdo con la UNEP (2017), la MAPE basada en Hg causa más contaminación por este metal que cualquier otra actividad humana. Por ello, el Convenio de Minamata (CM) (UNEP/CM 2024) recomienda como prioridad la atención a este sector, y en su artículo 7 establece la necesidad de “adoptar medidas para reducir y, cuando sea factible, eliminar el uso de mercurio y las emisiones y liberaciones al medio ambiente de mercurio provenientes de dicha extracción y procesamiento”. Vale destacar que el CM contiene disposiciones específicas para que los países miembros ayuden a educar a los mineros y promuevan la investigación sobre una minería sostenible y libre de Hg. Lo anterior no ha sido atendido por México hasta la fecha. En este sentido, es prioritario realizar intervenciones socioambientales en las comunidades donde se practica la MAPE en México, en particular por la vulnerabilidad que experimentan los habitantes debido tanto a la contaminación de su entorno como a la probabilidad de que estas actividades sean controladas por grupos del crimen organizado.

### Percepción de riesgo por los trabajadores de las MAPE

Se aplicaron 10 encuestas a los operadores de las taunas, de los cuales nueve eran hombres y una mujer, de 18 a 51 años (promedio de  $37 \pm 11$  años). Sus respuestas indicaron que, en materia de seguridad laboral, la mayoría tiene conocimiento de las medidas de seguridad, pero son pocos los que las ponen en práctica (**Cuadro IV**). Por ejemplo, el 60 % de los entrevistados percibe que la mascarilla los protege; sin embargo, solo el 30 % de ellos la utiliza y afirma

que únicamente la emplea durante la quema de amalgama. Los guantes y los lentes presentan el mismo porcentaje de percepción de protección (50 %) y de uso (20 %). Este es un aspecto crucial, posiblemente asociado con la precariedad de las condiciones de operación, pero también con aspectos culturales, incluyendo la escolaridad. Dada la importancia para prevenir accidentes físicos o intoxicaciones, el uso de equipo de protección y la cultura de seguridad es un aspecto prioritario que debe promoverse entre los mineros artesanales.

**CUADRO IV.** USO Y PERCEPCIÓN DE PROTECCIÓN DEL EQUIPO DE SEGURIDAD LABORAL.

Equipo de protección	Lo utiliza (%)	Percibe que lo protege (%)
Guantes	20	50
Mascarilla	30	60
Lentes	20	50
Botas	0	20
Ropa de trabajo	0	20

Por otro lado, el 70 % de los mineros entrevistados coincidieron en que la principal razón por la que se practica la minería artesanal en la comunidad es que genera buenos ingresos económicos para el sustento del hogar y que no existen otras oportunidades de empleo para la población (20 %). Un aspecto a destacar es la facilidad y disponibilidad del equipo y material de trabajo en la localidad, así como el poco tiempo invertido, ya que señalan que una vez cargado el material en el molino, la molienda se lleva a cabo únicamente encendiendo el motor de la tauna.

También se cuestionó a los mineros sobre técnicas de recuperación de Hg durante el proceso de la quema de amalgama. El 60 % admitió que conoce técnicas de recuperación, pero solo el 10 % reportó ponerlas en práctica. La retorta fue la técnica más conocida y mencionada por los mineros. Aquellos que la utilizan emplean una lata de aluminio para retener el Hg que se volatiliza durante la quema. El 90 % que no utiliza ninguna técnica justificó que esto se debe a que el comprador de oro es quien se encarga del proceso de quema de la amalgama. Este es un aspecto crucial sobre el cuadro de exposición, tanto del personal de la tauna como de los compradores, dado que la intoxicación por vapores de Hg puede tener consecuencias graves de salud como temblores, pérdida de memoria, dificultad respiratoria e incluso la muerte (WHO 2017). La

exposición crónica al gas de Hg también puede llevar a insuficiencia renal, trastornos del movimiento y varios tipos de psicosis. Por otro lado, el Hg inorgánico puede contaminar el agua y provocar también renales si se consume. La conversión del Hg en MeHg (por bacterias en sistemas acuáticos) también presenta un riesgo enorme, ya que se acumula principalmente en los suministros de alimentos como pescado, crustáceos y moluscos. El consumo de MeHg es particularmente dañino para el sistema nervioso central, causando daños en los nervios y el cerebro. En este contexto, el uso de Hg en las MAPE implica una grave amenaza para la salud de los mineros, las comunidades circundantes y, en particular, los niños y las mujeres embarazadas. Hay pruebas sólidas de que el Hg, tanto en su forma elemental como orgánica, tiene efectos neurológicos adversos y es especialmente tóxico durante el desarrollo fetal y la infancia.

## CONCLUSIONES

La minería en la comunidad de Las Habitas es una fuente importante de ingresos, a pesar de ser un proceso rudimentario. Su práctica denota poco o nulo uso de equipo de seguridad, lo que hace que el riesgo por exposición a vapores de Hg sea de preocupación. A pesar de que los mineros artesanales mencionan conocer el riesgo de toxicidad y las posibles afectaciones al medio ambiente, siguen practicando la MAPE, con la aparente contradicción de percibir que es segura. Respecto a la población general, existe un desconocimiento de que estas actividades se llevan a cabo dentro o muy cerca de su localidad. Dado que en general no se dimensionan las repercusiones medioambientales que podría traer el Hg liberado al ambiente, se percibe la minería como una actividad económica importante y segura. En este sentido, es prioridad nacional observar el marco del Convenio de Minamata, brindando opciones de mejores prácticas para la extracción de oro, como el uso de sales bórax, o incentivar a los mineros a utilizar retortas que recuperen el vapor generado y así evitar que se libere al ambiente; asimismo, alentarlos a usar equipo de seguridad y protección durante la jornada laboral. En particular, dentro de un contexto nacional de intervención, es necesario concientizar a los habitantes de las comunidades practicantes de MAPE sobre las repercusiones del uso de Hg, para lo cual se requiere un análisis de riesgo ecológico y de salud humana con la finalidad de identificar las prioridades de intervención.

## AGRADECIMIENTOS

A Gabriela Aguilar Zárate, Guillermo Millán Otero, Martín Zamora y Macario Zamora, por el apoyo durante el trabajo de campo para la identificación, conteo y geolocalización de las taunas. A Sandra Guido por ser el enlace a la comunidad de Las Habitas a través de su ONG Conselva, Costas y Comunidades A.C. A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnologías e Innovación (SECIHTI) por el apoyo otorgado a NYZA y SDEOL.

## REFERENCIAS

- Benedict R.T., Alman B., Klotzbach J.M., Citra M., Diamond G.L., Herber D., Ingerman L., Nieman S., Tariq S., Zaccaria K. y Scinicariello F. (2022). Toxicological profile for mercury: Draft for public comment: April 2022. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, EUA, 847 pp.
- Brewer N.T., Chapman G.B., Gibbons F.X., Gerrard M., McCaul K.D. y Weinstein N.D. (2007). Meta-analysis of the relationship between risk perception and health behavior: The example of vaccination. *Health Psychology* 26 (2), 136-145. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.26.2.136>
- Buxton A. (2013). Responding to the challenge of artisanal and small-scale mining. How can knowledge networks help? London International Institute for Environment and Development, Londres, Reino Unido, 40 pp.
- CTPS (2005). Guía técnica de producción más limpia. Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, La Paz, Bolivia, 196 pp.
- Cuentas-Alvarado M. y Velarde-Ochoa J. (2019). Uso del mercurio en la Rinconada-Puno. *Revista de Medio Ambiente Minero y Minería* 4 (1), 27-34.
- DS (2025). Socioambiental. Planeta reverdece: inspirando cambios sustentables. *Desarrollo Sustentable* [en línea]. <https://desarrollo-sustentable.org/socioambiental/01/07/2025>
- Felder R.M. y Rousseau R.W. (2004). *Elementary principles of chemical processes* 3th edition. Jonh Wiley and Son, Inc., Atlanta, Georgia, EUA, 710 pp.
- Gibb H. y O'Leary K.G. (2014). Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining community: A comprehensive review. *Environmental Health Perspectives* 122 (7), 667-672. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307864>
- Henry G.T. (1990). *Practical sampling. An introductory text that covers the basics, including both probability and non-probability sampling methods.* Sage Publications, Thousand Oaks, California, EUA, 139 pp.

- Hentschel T., Hrushka F. y Priestes, M. (2002). Global report on artisanal and small-scale mining. Mining, minerals and sustainable development. International Institute for Environment and Development and the World Business Council for Sustainable Development, Londres, Reino Unido, 67 pp.
- Hentschel T., Hruschka F. y Priester M. (2003). Artisanal and small-scale mining. Challenges and opportunities. International Institute for Environment and Development and the World Business Council for Sustainable Development, Londres, Reino Unido, 94 pp.
- Hernández-Estrada L.L. (2019). Fiebre del oro provoca éxodo de habitantes en el municipio de Sinaloa. Noticias Televisa [en línea]. <https://www.remamx.org/2019/05/fiebre-del-oro-provoca-exodo-de-habitantes-en-municipio-de-sinaloa/> 5/05/2024
- INECC (2017). Generar información cualitativa y cuantitativa de las fuentes minero-metalúrgicas en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Ciudad de México, México, 217 pp.
- INECC (2019). Desarrollo de la evaluación inicial del Convenio de Minamata en México. Informe Final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Ciudad de México, México, 261 pp.
- INEGI (2010). Compendio de información geográfica municipal 2010 Rosario, Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística y Geografía [en línea]. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/25/25014.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/25/25014.pdf) 3/05/2024
- Jennings N. (1999). Social and labour issues in small-scale mines: Report for discussion at the tripartite meeting on social and labour issues. International Labour Organization, Geneva, Suiza, 104 pp.
- Luna-Arcilla M.M. y Soto-Hoyos E.J. (2016). Consideraciones ambientales por el uso de mercurio en minería aurífera en el municipio de El Bagre, Antioquia: estrategias de producción limpia. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería, Ingeniería Ambiental, Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba, Colombia, 118 pp.
- MM (2022). El corazón de la minería artesanal. Mining México [en línea]. <https://miningmexico.com/mineria-artesanal-mexicana/> 20/06/2025
- PNUMA/IPCS (1999). Evaluación de riesgos humanos. Evaluación de riesgos ambientales. Evaluación de riesgos ecológicos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Organización Internacional del Trabajo-Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza, 239 pp.
- Román-Alarcón R.A. (2017). La minería en Sinaloa producción, empresas y cooperativas, siglos XIX y XX. Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México, 147 pp.
- SE (2023). Data México, Rosario, Sinaloa. Secretaría de Economía [en línea]. <https://www.rosario.gob.mx/estados%20financieros%203%20y%204%20trimestre/ANALITICAS%20DE%20SALDO%203ER%20TRIM%202016.pdf> 2/04/2024
- SGM (2018). Anuario estadístico de la minería mexicana, 2018. Servicio Geológico Mexicano [en línea]. [https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2017\\_Edicion\\_2018.pdf](https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2017_Edicion_2018.pdf) 04/06/2024
- SGM (2020). Anuario estadístico de la minería mexicana, 2020. Servicio Geológico Mexicano [en línea]. [https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario\\_2017\\_Edicion\\_2018.pdf](https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2017_Edicion_2018.pdf) 10/06/2024.
- Steckling N., Bose-O'Reilly S., Pinheiro P., Plass D., Shoko D., Drasch G., Bernaudat L., Siebert, U. y Hornberg, C. (2014). The burden of chronic mercury intoxication in artisanal small-scale gold mining in Zimbabwe: Data availability and preliminary estimates. *Environmental Health* 13 (1), 111. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-13-111>
- Telmer K.H. y Veiga, M.M. (2009). World emissions of mercury from artisanal and small-scale gold mining. En: Mercury fate and transport in the global atmosphere: Emissions, measurements and models. (Mason R., Pirrone N., Eds.) Springer, Boston, Massachusetts, EUA, 131-172 pp. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-93958-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-0-387-93958-2_6)
- Tetreault D. (2014). Free-market mining in Mexico. *Critical Sociology* 42 (4-5), 643-659. <https://doi.org/10.1177/0896920514540188>
- UNEP (2017). Reducing mercury in artisanal and small-scale gold mining. A practical guide. United Nations Environment Programme, Ginebra, Suiza, 76 pp.
- UNEP/CM (2024). Convenio de Minamata sobre el mercurio: texto y anexos. UNEP/MC/2024/2. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Châtelaine, Ginebra, Suiza, 90 pp.
- WHO (2017). Environmental and occupational health hazards associated with artisanal and small-scale gold mining. World Health Organization, Ginebra, Suiza, 36 pp.
- Zavala-Nevárez M. (2009). Diagnóstico de la contaminación por Cd, Cr, Hg y Pb en diversos sitios de la cuenca del Río Baluarte en Sinaloa. Tesis de Maestría. Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México, Mazatlán, Sinaloa, México, 109 pp.
- Zhao M., Li Y. y Wang Z. (2022). Mercury and mercury-containing preparations: History of use, clinical applications, pharmacology, toxicology, and pharmacokinetics in traditional Chinese medicine. *Frontiers in Pharmacology* (13), 807807. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.807807>

Zulaikhah S.T., Wahyuwibowo J. y Pratama A.A. (2020).  
Mercury and its effect on human health: A review of  
the literature. *International Journal of Public Health*

*Science* 9 (2), 103-114. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v9i2.20416>

## MATERIAL COMPLEMENTARIO

### S1. La minería artesanal y el medio ambiente

Identificador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### Información personal:

Comunidad: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  Mujer  Hombre

Estado civil:  Casado  Soltero  Viudo  Separado  Unión libre

Escolaridad:  Primaria  Secundaria  Preparatoria  Profesional Trunco/Grado: \_\_\_\_\_

Ocupación:  Agricultor  Ganadero  Minero  Fruticultura

Otra: \_\_\_\_\_

Tiempo de residencia en Mazatlán: \_\_\_\_\_

Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_

#### Parte 1. Percepción minería

1.- ¿Considera que la minería es un sector productivo bien remunerado?

Sí  No

2.- ¿Sabe si dentro de su localidad se realiza algún tipo de minería?

Sí  No

3.- Si su respuesta fue afirmativa indique de ¿qué tipo es?

Pequeña escala  Traspatio o artesanal  Gran escala  No Aplica

4. Tiene algún familiar que se dedique a la minería

Sí  No

5.- ¿Considera que la minería contamina el medio ambiente?

Nada  Poco  Regular  Mucho  Demasiado

6.- ¿Cómo crees que la minería contamina el medio ambiente?

7.- ¿Considera que la minería causa daños a la salud?

Nada  Poco  Regular  Mucho  Demasiado

8.- ¿Cómo crees que la minería causa daños a la salud? \_\_\_\_\_

9.- ¿Cuál es la razón por la que la gente se dedica a la minería artesanal?

No hay otras oportunidades de empleo

Porque les conviene económicamente

Porque el material y equipo están disponible

Otro: \_\_\_\_\_

#### Parte 2. Impacto de la minería en el medio ambiente y salud

10.- ¿Cómo considera que es el impacto de la minería artesanal respecto a las grandes mineras?

Mayor  Igual  Menor

11.- ¿Usted sabe que se utiliza el mercurio en la minería artesanal de oro?

Sí  No

12.- ¿Usted sabe que el mercurio es dañino para el medio ambiente y la salud?

Sí  No

13.- ¿Cómo cree que afecta el mercurio a la salud?

Nada, ya que el cuerpo lo elimina

Intoxicación, si se ingiere

Se acumula en el cuerpo y con el tiempo provoca cáncer

Puede causar demencia

Puede causar daño al sistema nervioso central

14. Cómo cree que el mercurio pueda dañar al medio ambiente

- No causa daño, ya que es un elemento natural  
 Contamina el suelo y el agua  
 Se va a la atmósfera y no causa ningún daño

15. Usted considera que en los alimentos puede haber presencia de mercurio

- Sí  No

16. De ser afirmativa su respuesta, en cuáles cree que haya presencia

- Lácteos  Cereales  Legumbres y hortalizas  
 Carne roja  Pescados y mariscos  Ninguno de los anteriores

Todos los anteriores

17. Usted sabe que el mercurio es un contaminante ambiental que puede causar daño neurodegenerativo en adultos y en niños puede causar retraso mental.

- Sí  No

18. Usted sabe que la minería artesanal de oro, es el responsable de liberar el más del 70% de mercurio a la atmósfera, y Latino América ocupa los primeros lugares en emisiones derivadas de la minería artesanal de oro.

- Sí  No

## S2. Encuesta: el proceso minero

Identificador: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

### Información personal:

Comunidad: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo:  Mujer  Hombre

Estado civil:  Casado  Soltero  Viudo  Separado  Unión libre

Escolaridad:  Primaria  Secundaria  Preparatoria  Profesional Trunco/Grado: \_\_\_\_\_

Ocupación:  Agricultor  Ganadero  Minero  Fruticultura

Otra: \_\_\_\_\_

Tiempo de residencia en Mazatlán: \_\_\_\_\_

Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_

### Parte 3. Proceso minero artesanal

1.- En su opinión, ¿Qué tan efectivo es el mercurio para extraer oro?

- Nada  Poco  Regular  Mucho  Demasiado

2.- ¿Conoce otras maneras de extraer el oro además del mercurio?

- Sí  No

3.- ¿Cuál forma de extraer el oro conoce? \_\_\_\_\_

4.- ¿Usted considera que necesita protección para hacer su trabajo?

- Sí  No  A veces

5.- ¿Cuáles de los siguientes utiliza usted para protegerse?

- Guantes  Cubre boca  Ropa especial  Lentes  Botas  Ninguno  Todos

6.- ¿Qué protección cree que debería utilizar siempre?

- Guantes  Cubre boca  Ropa especial  Lentes  Botas  Ninguno  Todos

7.- ¿Conoce alguna forma de recuperar el mercurio al quemar la amalgama?

- Sí  No

8.- ¿Utiliza alguna forma de recuperar el mercurio al quemar la amalgama?

- Sí  No

9.- ¿Por qué no lo utiliza? \_\_\_\_\_

10.- ¿Cuántos días a la semana trabaja? \_\_\_\_\_

11.- ¿Cuántas horas al día trabaja? \_\_\_\_\_

**Parte 4. Preguntas discretas a un minero de confianza:**

- ¿Cuánto material agregas a la tauna para completar un ciclo de trabajo?
- ¿Qué cantidad de mercurio agregas en el proceso?
- ¿Qué cantidad de agua usas para llevar a cabo el proceso?
- ¿Cuánto oro obtienes en un ciclo de trabajo en la tauna?
- ¿Cuánto pesa aproximadamente la amalgama que obtienes al final del proceso? ¿Y de esa, cuanto es oro?
- ¿Cuántas veces a la semana obtienes oro/completas el ciclo de trabajo?
- ¿A qué precio vendes el gramo de oro?
- ¿Aproximadamente, cuál es el ingreso económico que generas por cada ciclo de trabajo?