



# LÍNEA DE BASE NACIONAL

para la Minería Artesanal y en Pequeña Escala de Oro en Ecuador,  
Conforme la Convención de Minamata sobre Mercurio

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Febrero 2020

Foto de cubierta:

Bateador en Misahualli Rio Napo Ecuador

Colaborador: Peter van Evert / Alamy Stock Photo

Fecha de toma: 17 de abril de 2018

# ANTECEDENTES

Ecuador ratificó el Convenio de Minamata sobre el mercurio el 29 de julio del año 2016 que tiene como objetivo proteger la salud humana y el ambiente de las emisiones y liberaciones antropogénicas de mercurio. De acuerdo con el tratado, los países que determinan que las actividades de minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) de oro desarrolladas en sus territorios son más que insignificantes deberán elaborar y aplicar un Plan de Acción Nacional (PAN) para reducir y, cuando sea viable, eliminar el uso de mercurio en el sector de la MAPE de oro, conforme lo que se define en el párrafo tercero del artículo 7 y el Anexo C del tratado.

En cumplimiento con lo establecido en el Convenio, el Ecuador en conjunto con la Organización de las Naciones para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Artisanal Gold Council (AGC) ha puesto en marcha el proyecto *“Plan de Acción Nacional sobre el Mercurio en el Sector de la Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) de Oro en Ecuador”*, que tiene como objetivo elaborar un Plan que permita mejorar la capacidad del País para reducir la utilización y consecuentemente las emisiones de mercurio.

Para poder desarrollar las metas y estrategias del PAN, se inició la construcción de la línea base del uso de mercurio en la MAPE de oro en el Ecuador, mediante la elaboración de un inventario de emisiones y liberaciones de mercurio en el sector, el cual se ejecutó entre septiembre de 2018 y enero de 2019. El objetivo del inventario es presentar estimaciones de referencia sobre el consumo y liberación de mercurio en las operaciones de la MAPE de oro en Ecuador, conocer la distribución geográfica, la producción de oro y la tecnología utilizada por la MAPE de oro.

Para el desarrollo del inventario, se contó con el soporte técnico de los expertos internacionales de AGC quienes cuentan con más de quince años de experiencia en la medición y cuantificación de las emisiones y liberaciones de mercurio en la MAPE de oro en diferentes países.

# TABLA DE CONTENIDOS

Lista de figuras y fotos .....	3
Listado de fotos .....	4
Listado de tablas .....	6
Abreviaturas .....	7
Resumen Ejecutivo .....	8
Introducción .....	11
<b>1 La MAPE de oro en el Ecuador .....</b>	<b>13</b>
1.1 Revisión bibliográfica: Minería de oro en Ecuador .....	13
1.2 Mapa del país y estadísticas clave .....	17
1.3 Zonas de estudio MAPE de oro .....	17
1.4 Principales partes interesadas en el sector MAPE .....	36
1.5 Visión general de las prácticas de la MAPE .....	39
<b>2 Estimación del uso y liberaciones de mercurio en la producción de oro en la MAPE ...</b>	<b>67</b>
2.1 Metodología de levantamiento de información .....	67
2.2 Estimaciones de referencia del mercurio utilizado en MAPE de oro .....	74
<b>3 Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>85</b>
<b>4 Referencias .....</b>	<b>87</b>

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción de oro en kilogramos (desde 1991 hasta 2017).....	13
Figura 2. Distribución porcentual de la producción de oro por escala productiva. ....	14
Figura 3. Ubicación de actividades de pequeña minería desarrolladas en el Ecuador. ....	16
Figura 4. Mapa de Zonas MAPE de oro en Ecuador.....	18
Figura 5. Sitios Mineros de la Zona 1 del MAPE – Esmeraldas, Imbabura y Carchi.....	20
Figura 6. Sitios Mineros de la Zona 2 del MAPE – Pichincha y Napo.....	25
Figura 7. Sitios Mineros de la Zona 3 del MAPE – Chimborazo, Bolívar y Cotopaxi.....	29
Figura 8. Sitios Mineros de la Zona 6 del MAPE – Azuay.....	32
Figura 9. Sitios Mineros de la Zona 7 del MAPE – El Oro, Loja y Zamora Chinchipe.....	34
Figura 10. Chinapintza. Proceso de las jancheras. Amalgamación.....	40
Figura 11. Nambija. Planta de amalgamación.....	43
Figura 12. Portovelo. Proceso de cianuración y amalgamación.....	45
Figura 13. Portovelo. Proceso de flotación.....	47
Figura 14. El Dorado. Proceso aluvial – concentración en zaranda tipo zeta.....	49
Figura 15. Pirámide Kelseniana Ecuador – Art 425 de la Constitución.....	50
Figura 16. Estructura de aporte a sociedad minera “tipo” entre plantas de beneficio y mineros artesanales.....	55
Figura 17. Modelo de inversión con participación en “sociedades”.....	56
Figura 18. Demanda global estimada de oro.....	57
Figura 19. Oferta vs. demanda Global estimada de oro.....	57
Figura 20. Modelo de distribución de mercurio.....	59
Figura 21. Población de cada provincia participante en actividades de minas y canteras al año 2010.....	62
Figura 22. Producción de oro en la MAPE por Zonas en el Ecuador.....	82

# LISTADO DE FOTOS

Foto 1.	Túnel de extracción en Buenos Aires . . . . .	21
Foto 2.	Asentamiento en “La Mina” – Buenos Aires. . . . .	21
Foto 3.	Río Santiago . . . . .	22
Foto 4.	Entrevista a líder minera local . . . . .	22
Foto 5.	Inducción Mina Corazón – Responsabilidad Social. . . . .	24
Foto 6.	Proclama antiminera – Pacto . . . . .	26
Foto 7.	Compañía Minera Aurífera Pacto S.A.. . . . .	26
Foto 8.	Retro y Zeta – Pequeña minería . . . . .	26
Foto 9.	Comuneros locales - jancheros . . . . .	26
Foto 10.	Bomba y drag. . . . .	27
Foto 11.	Operadores turísticos – Misahuallí . . . . .	27
Foto 12.	Mineros artesanales - Chillanes . . . . .	30
Foto 13.	Facilidades abandonadas – Sector Alvarado . . . . .	30
Foto 14.	Pozo artesanal – La Maná . . . . .	30
Foto 15.	Minería a cielo abierto – La Maná . . . . .	30
Foto 16.	Canalón – California . . . . .	31
Foto 17.	Oro aluvial - California . . . . .	31
Foto 18.	Cilindros amalgamadores – “chanchas” . . . . .	32
Foto 19.	Reunión con asociación de jancheras . . . . .	32
Foto 20.	Asociación de propietarios de plantas de beneficio. . . . .	35
Foto 21.	Amalgama de Au – planta de beneficio. . . . .	35
Foto 22.	Chanchas en operación - Chinapintza. . . . .	35
Foto 23.	Amalgama de oro – minero artesanal. . . . .	35
Foto 24.	Implantación de Nambija . . . . .	36
Foto 25.	Amalgamadora de oro – “Chanchilla” . . . . .	36
Foto 26.	Ingreso territorio Arutam. . . . .	36
Foto 27.	Minería aluvial en río Nangaritza . . . . .	36
Foto 28.	Trituradora y chanchas . . . . .	41
Foto 29.	Procesos de bateo, platoneo y ahorcado . . . . .	41
Foto 30.	Bateo . . . . .	41
Foto 31.	Platoneo. . . . .	41
Foto 32.	Amalgama de oro-mercurio . . . . .	42
Foto 33.	Retorta artesanal. . . . .	42
Foto 34.	Mineral para molienda en planta de cianuración . . . . .	43
Foto 35.	Tanques cianuradores y molino de bolas . . . . .	43
Foto 36.	Molino de Ruedas – Molino “Chileno” . . . . .	44
Foto 37.	Canalones del molino chileno . . . . .	44
Foto 38.	“Chanchilla” . . . . .	44
Foto 39.	Descarga de chanchilla . . . . .	44

Foto 40.	Planta de cianuración tipo	46
Foto 41.	Relaves de molino chileno.	46
Foto 42.	Recuperación de oro mediante láminas de cinc	46
Foto 43.	Quema de láminas de cinc con ácido	46
Foto 44.	Flotación – celdas “Serrano”	47
Foto 45.	Flotación – celdas “Denver”	47
Foto 46.	Recuperación con Ácido.	48
Foto 47.	Fundición – recuperación ácida	48
Foto 48.	Oro fundido.	48
Foto 49.	Minerales recuperados - plata (Ag) y Oro (Au)	48
Foto 50.	Oro fundido.	48
Foto 51.	Minerales recuperados - plata (Ag) y Oro (Au)	48
Foto 52.	Carga de mineral a zaranda tipo Zeta.	50
Foto 53.	Minería aluvial	50

# LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Estadísticas demográficas generales, económicas y mineras del Ecuador. ....	17
Tabla 2.	Zonas y Sitios mineros MAPE de oro en Ecuador. ....	19
Tabla 3.	Principales actores involucrados y sus representantes respectivos. ....	38
Tabla 4.	Poblaciones Beneficiarias de capacitaciones realizadas por el INIGEMM 2010-2015 . ....	54
Tabla 5.	Porcentajes del PIB por año de la explotación de minerales metálicos . ....	58
Tabla 6.	Exportaciones de oro, cifras de enero a abril del 2018. ....	58
Tabla 7.	Variables consideradas para este estudio . ....	70
Tabla 8.	Resumen del tipo de extracción y procesamiento por Sitio Minero . ....	75
Tabla 9.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Esmeraldas pequeña minería. ....	76
Tabla 10.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Esmeraldas Artesanal. ....	76
Tabla 11.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Buenos Aires . ....	76
Tabla 12.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Tena pequeña minería. ....	77
Tabla 13.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Tena artesanal. ....	77
Tabla 14.	Estimación de Pérdida de mercurio de Cumandá . ....	78
Tabla 15.	Estimación de Pérdida de Mercurio – La Maná . ....	78
Tabla 16.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Ponce Enríquez Chanchas. ....	79
Tabla 17.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Ponce Enríquez Plantas de Beneficio . . . .	79
Tabla 18.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Portovelo . ....	80
Tabla 19.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Chinapintza Chanchas. ....	80
Tabla 20.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Chinapintza Chileno . ....	80
Tabla 21.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Nambija Chileno . ....	81
Tabla 22.	Estimación de Pérdida de Mercurio – San Carlos. ....	81
Tabla 23.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Nangaritza . ....	81
Tabla 24.	Estimación de Pérdida de Mercurio – Chito. ....	81
Tabla 25.	Inventario MAPE Ecuador. ....	83



# ABREVIATURAS

AGC	Artisanal Gold Council
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
GEMA	Grupo Especial Móvil Antinarcoóticos
Hab	Habitantes
IDH	Índice de Desarrollo Humano (HDI inglés)
INB	Ingreso Nacional Bruto (GNI inglés)
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INIGEMM	Instituto de Investigación Geológico y Energético Minero Metalúrgico
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MAPE	Minería Artesanal y de Pequeña Escala
MGE	Minería a Gran Escala (LSM inglés)
MSP	Ministerio de Salud Pública del Ecuador
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONUUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
PAN	Plan de Acción Nacional
PEA	Población Económicamente Activa
PIB	Producto Interno Bruto (GDP inglés)
PPA	Paridad de Poder Adquisitivo (PPP inglés)
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRODEMINCA	Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

# RESUMEN EJECUTIVO

La minería artesanal y de pequeña escala (MAPE) de oro en Ecuador es una actividad que existe en el país desde hace más de un siglo, y que en la actualidad se desarrolla en cinco zonas<sup>1</sup> dentro de las cuales se han identificado 25 sitios mineros. Los sitios identificados mantienen como denominador común la presencia de actividades de extracción minera, tanto primaria (galerías) como aluvial (riberas y cauces de ríos). La denominación de zonas responde a una división administrativa realizada por el gobierno central. De las siete zonas administrativas, este estudio centra su información en las zonas 1, 2, 3, 6 y 7.

Las cinco zonas identificadas con presencia de actividades MAPE de oro se extienden a lo largo del territorio ecuatoriano de norte a sur. La Zona 1, ubicada al norte y noroccidente, colinda con Colombia y las actividades mineras varían entre primaria y aluvial siendo la aluvial la de mayor preocupación por la dificultad de ingreso a los sitios. La Zona 2 se localiza en el sector Centro-Norte del país y se caracteriza principalmente por la minería aluvial y en menor medida minería primaria. La Zona 3, denominada zona centro, se caracteriza por actividades de procesamiento de mineral primario y también aluvial. La Zona 6 se caracteriza por la presencia mayoritaria de minería primaria, y de varias asociaciones de trabajadores mineros incluido asociaciones de mujeres dedicadas a actividades de recolección de mineral en desperdicios o restos de procesos, actividad conocida como janqueo. Además, la Zona 6 es de vital relevancia por poseer uno de los dos grandes distritos para procesamiento de mineral en plantas de beneficio conocido como Ponce Enriquez. La Zona 7 es la zona por historia más reconocida por actividades de minería artesanal y de pequeña escala a nivel nacional e internacional. Existe presencia tanto de minería primaria como aluvial, pero principalmente posee las instalaciones de procesamiento de mineral más importantes del país ubicado en las localidades de Zaruma-Portovelo.

La extracción primaria es el principal motor de la MAPE de oro, pues representa el 94% del oro producido (22 054 toneladas de Au), relegando la minería aluvial al 6% del oro producido (1,5 toneladas de Au). La “voladura” es el principal método de extracción de mineral en la actividad primaria, para lo cual se requiere el uso de herramientas eléctricas, compresores y explosivos. El acarreo de mineral es bastante rústico pues se lo hace de manera manual o por transportes rústicos impulsados por personal de la mina. Existen sin embargo algunos casos en los cuales se transporta el material a través de rieles con vagones impulsados por motores.

En cuanto al procesamiento de mineral primario, los procedimientos más comunes encontrados son cuatro: a) la amalgamación en cilindros de molienda (chanchas), que consiste básicamente en la trituración de material e incorporación de mercurio durante la trituración;

---

<sup>1</sup> Zona 1: Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbíos; zona 2: Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana; zona 3: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza; zona 6: Cañar, Azuay, Morona Santiago; zona 7: El Oro, Loja, Zamora Chinchipe.

b) amalgamación con concentrador gravimétrico (chanchilla), que corresponde a un proceso compuesto por trituración (molino chileno) y un concentrador; c) amalgamación y cianuración, sobre todo aplicado a aquellas arenas resultado de amalgamación por trituración, a las cuales se le aplica cianuración para extracción de oro; y d) concentración por flotación, principalmente desarrollado en plantas de beneficio constituido por procesos de trituración y sometido a procesos en tanques acondicionadores con químicos que separan el oro de las matrices y le permiten flotar.

En general, un minero artesanal adiciona dos onzas de mercurio (56,7 gramos Hg) en una chancha lo que permite obtener hasta 5 gramos de oro (expresado en equivalente de 24 quilates). En el caso de material seleccionado en la veta o material de pista del molino chileno, se adicionan dos libras de mercurio (907 gramos) para obtener aproximadamente 500 gramos de oro.

Para obtener las estimaciones de referencia del mercurio utilizado en la MAPE de oro se utilizó la versión 1.0 de la guía técnica “Métodos y Herramientas para la determinación del uso de mercurio en el sector de la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE)” producido por AGC en colaboración con la Asociación Mundial del Mercurio del PNUMA, 2017. Para trabajar con esta guía, el equipo técnico recibió capacitación de su uso en un taller desarrollado en la ciudad de Quito, capital del país. Esta capacitación se complementó con un taller práctico guiado por un experto de AGC en los sitios mineros de Chinapintza y Nambija.

De acuerdo a los datos obtenidos en este inventario, el Ecuador produjo aproximadamente 23,6 toneladas de oro ( $Au_{24k}$ ) en el año 2018 en actividades MAPE, de las cuales aproximadamente el 40% fue obtenido por técnicas de amalgamación (10,1 t  $Au_{24k}$ ). En cuanto a pérdidas en mercurio en las actividades MAPE se estiman 29,6 toneladas de mercurio liberadas al ambiente.

Con base en este estudio, el sector MAPE de oro del Ecuador involucra más de 11 500 mineros, de los cuales al menos 1500 son mujeres. Esta fuerza de trabajo promueve un sector productivo que representa cerca de \$900 millones de dólares al año, es decir el 1% del PIB del Ecuador en el año 2018.

Los mineros artesanales y pequeños mineros buscan trabajar bajo un modelo de asociatividad para la extracción de mineral. Cada sociedad está conformada por al menos 4 mineros, que aportan el dinero y el trabajo para extraer el mineral de las minas. El mineral es acopiado y luego transportado a las plantas de beneficio, ubicadas especialmente en los sitios mineros de Zaruma-Portovelo y Ponce Enríquez. Los propietarios de las plantas de beneficio alquilan el servicio a los asociados, para que sean ellos mismo quienes procesen el mineral. Es decir, los mineros pagan por el alquiler de las plantas de beneficio, normalmente con un porcentaje de la producción obtenida y con las colas del proceso. Es común también que los propietarios de las plantas de beneficio participen como socios en la extracción del mineral. En ese caso, la planta de beneficio se queda al menos con la mitad de oro y con las colas del proceso.

El sector minero ecuatoriano cuenta con normativa específica, que nace de principios establecidos en la Constitución del Ecuador, la Ley de Minería y el Reglamento al Régimen Especial de Pequeña Minería. En general, se establece que los recursos naturales no renovables del territorio del Estado pertenecen a su patrimonio inalienable, irrenunciable e imprescriptible; por lo que corresponden a la decisión y control exclusivo del Estado. También se definen principios comunitarios y ambientales para la explotación de este tipo de recursos. La Constitución del Ecuador reconoce y garantiza a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas la participación en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales no renovables que se hallen en sus tierras, tipificado como derecho colectivo. De igual manera, se reconocen principios ambientales con relación al impacto ambiental en el aprovechamiento de los recursos naturales.

La información y datos colectados y mostrados en el presente informe representan la base para el desarrollo del Plan de Acción Nacional para reducir y, cuando sea viable, eliminar el uso de mercurio en el sector de la MAPE de oro, a través de la definición de líneas estratégicas de trabajo, acciones y actividades.



# INTRODUCCIÓN

El inventario de mercurio es el primer esfuerzo formal del país por estimar el uso y liberación de mercurio en la MAPE de oro de Ecuador. Si bien, en el pasado existieron proyectos que incluían información ambiental de la MAPE de oro como el proyecto PRODEMINCA del año 1996 a 1999 o el proyecto “Cero Mercurio” del año 2013, no se estimó el uso de mercurio a escala nacional. Por lo tanto, la información publicada en estos proyectos más la información de control que mantiene la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) entre otros documentos oficiales, fueron utilizados como información de referencia.

Para estimar el uso y liberación de mercurio en la MAPE de oro de Ecuador fue necesario identificar los diferentes sitios con actividades MAPE de oro (sitios mineros) del país. Cabe indicar que toda la actividad minera que se desarrolla en Ecuador en el momento de construir este inventario corresponde a la minería MAPE de oro (Asamblea Nacional, 2013). La minería a gran escala será una realidad a futuro por lo que este inventario cumple un rol de mayor relevancia al ser un estimado de MAPE de oro previo a la producción de la gran minería.

Para el desarrollo de las actividades para determinar el uso y liberación de mercurio en la MAPE de oro se plantearon los siguientes objetivos: verificar el tipo de minería que se practica en cada sitio minero e identificar la tecnología utilizada para la extracción, procesamiento y beneficio del oro. La recolección de la información se realizó en todos los sitios y zonas mineras identificadas.

Esta información permitió estimar la producción de oro para las diferentes metodologías de extracción, procesamiento y beneficio como: amalgamación, cianuración, y flotación entre otros. Al aplicar estos criterios no solo se pudo estimar la producción de oro sino también cuantificar el uso de mercurio por sitio minero.

De manera complementaria, se identificó la estructura social y comercial existente para la explotación y comercialización del oro. Finalmente, y de manera transversal, tanto en el trabajo de campo como en la revisión de información secundaria, se evaluó el rol de la mujer y de grupos vulnerables en este sector. En el acercamiento a este aspecto, no se limitó el análisis a las labores mineras sino también al rol administrativo y empresarial que desempeña la mujer en la MAPE de oro en Ecuador.

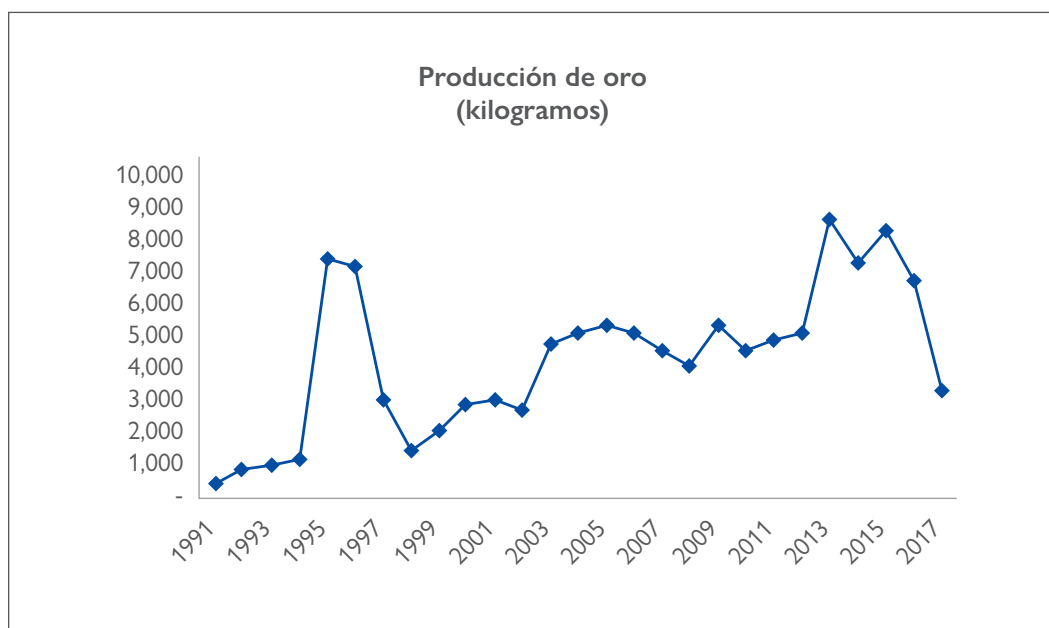
El inventario presenta primero un acercamiento general a la producción MAPE de oro en Ecuador y se definen las cinco zonas principales. A continuación, se exponen las prácticas, métodos, actores, aspectos ambientales, sociales, económicos y de decisión de la MAPE de oro. Una vez descrito el escenario ecuatoriano, se incluyen las estimaciones de uso de mercurio por zona y detallado a nivel de sitio minero. También se incluye la metodología de levantamiento de información primaria y secundaria para cada zona con detalle a nivel de sitio minero.



# 1. LA MAPE DE ORO EN EL ECUADOR

## 1.1 Revisión bibliográfica: Minería de oro en Ecuador

La minería se refiere a toda actividad productiva en la que se extraen, explotan o benefician los minerales existentes en el suelo y subsuelo. Esta actividad es una fuente de ingresos muy importante para el país, en especial para las regiones rurales (Uribe, 2015). La minería en Ecuador se dio a conocer desde la época incaica, en la cual se explotó oro de manera comercial en Portovelo, Zaruma y Loja (Ordóñez, 2012).



**Figura 1.** Producción de oro en kilogramos (desde 1991 hasta 2017). Fuente: Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM)

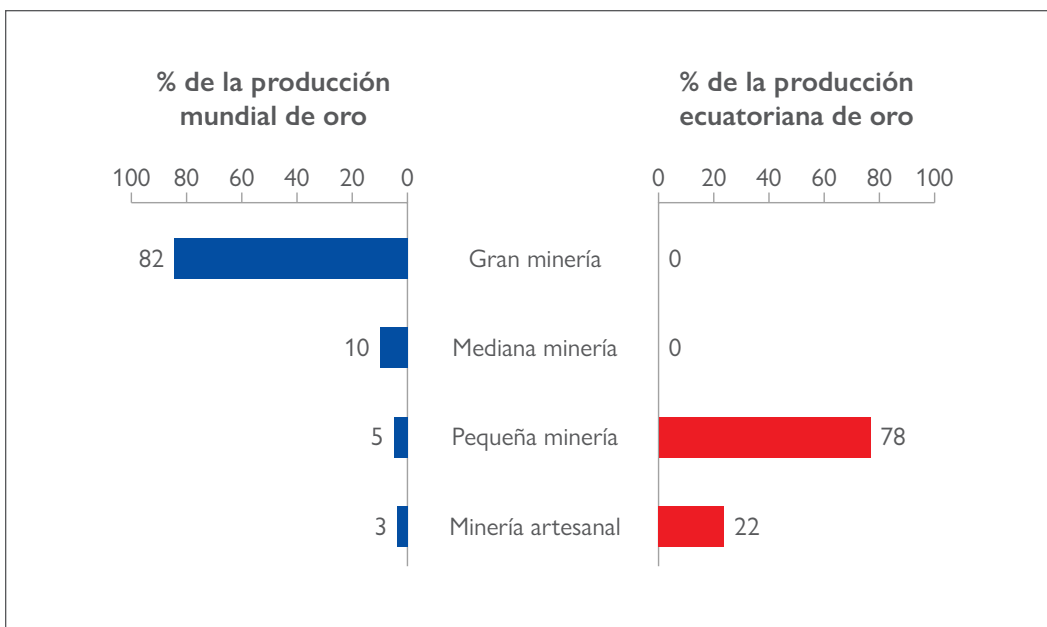
De acuerdo a la Ley de Minería del Ecuador se plantean cuatro tipos de explotación: minería artesanal, pequeña minería, mediana minería y la gran minería, y en los artículos 134 y 138 establecen la categorización de minería artesanal y de pequeña escala (Asamblea Nacional, 2013).<sup>2</sup> En el país, el surgimiento de la minería artesanal tuvo lugar

<sup>2</sup> Artículo 134: Minería Artesanal.- Se considera minería artesanal y de sustento aquella que se efectúa mediante trabajo individual, familiar o asociativo de quien realiza actividades mineras autorizadas por el Estado en la forma prevista en esta ley y su reglamento y que se caracteriza por la utilización de herramientas, máquinas simples y portátiles destinadas a la obtención de minerales cuya comercialización en general sólo permite cubrir las necesidades básicas de la persona o grupo familiar que las realiza y que no hayan requerido una inversión superior a las ciento cincuenta remuneraciones básicas unificadas. Artículo 138: Pequeña Minería - Se considera pequeña minería a aquella que, en razón del área de las concesiones, volumen de procesamiento y producción, monto de inversiones y condiciones tecnológicas, tengan: a) Una capacidad instalada de explotación y/o beneficio de hasta 300 toneladas métricas por día; y, b) Una capacidad de producción de hasta 800 metros cúbicos por día, con relación a la minería de no metálicos y materiales de construcción.

a fines de los años setenta. Las personas que trabajan en esta actividad emplean herramientas y equipos simples y la mayoría de ellas no ha recibido una formación académica (Quintuña, 2018). En cuanto a la información oficial de producción de oro, en Ecuador se explota este mineral solo a nivel de minería artesanal y pequeña minería. Entre los años 2005 a 2012 el promedio de producción de oro llegó alrededor de 4900 kilos de oro por año, y para el período 2013 a 2016 se alcanzó un promedio anual de alrededor de 7700 kilos de oro por año. Sin embargo, se evidencia un decrecimiento en la producción de 2016 y 2017, aspecto que probablemente se explicaría debido principalmente a la ilegalidad e informalidad de la pequeña minería y artesanal, así como también a los elevados niveles de contrabando que ha conducido al incremento de controles por parte de ARCOM a la producción de la pequeña minería (BCE, 2018).

El año 2000 existía aproximadamente un total de 92 000 personas involucradas directamente en actividades mineras a pequeña escala, de las cuales 60 000 se relacionaban con la explotación de oro (Sandoval, 2001). Conforme a la información oficial, se estima que el 80% de los ingresos de las actividades de minería aurífera a pequeña escala se invierten directamente en el país (incluye regalías, impuesto a la renta e impuesto al valor agregado). El 20% restante se destina a la adquisición de maquinaria, repuestos e insumos en el mercado internacional.

Las exportaciones del sector minero en 2014 alcanzaron USD 998 millones, contribuyendo en un 4,15% del total de las exportaciones del Ecuador en ese año. Éstas fueron realizadas básicamente en oro doré, es decir, el porcentaje de pureza alcanza un 95% - 97%. Los principales destinos de exportación fueron Estados Unidos, Suiza e India (Banco Central del Ecuador, 2015). De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero del año 2016, de la producción total metálica de oro en Ecuador en el año 2014, el 78% provenía de las actividades en pequeña minería y el restante 22% es generado por medio de minería artesanal. Este escenario difiere con la realidad de la minería de oro a nivel mundial, donde se evidencia que un 82% de la producción de oro proviene de la gran minería y solo un 8% pertenece a los sectores pequeños y artesanales (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016).



**Figura 2.** Distribución porcentual de la producción de oro por escala productiva. Fuente: Agencia de Regulación y Control Minero ARCOM, Wood Mackenzie Consultoria e Assessoria Ltda, 2015



En la **Figura 2** se observa un desenvolvimiento del territorio nacional en mayor proporción en la pequeña minería, principalmente debido a la carencia de políticas públicas que fomentan la industria a mediana y gran escala (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016). Como medida de corto plazo, el país a partir de 2018 inició un proceso de regularización de minería artesanal mediante un plan cuyo objetivo principal es regularizar, controlar e impulsar la implementación de buenas prácticas en las labores de minería artesanal en el Ecuador; adicionalmente se pretende incentivar la asociatividad entre mineros artesanales para que puedan acceder al régimen de pequeña minería (Agencia de Regulación y Control Minero, 2018). Y como medida de largo plazo, la Asamblea Nacional modificó la Ley de Minería, para implementar estímulos que favorecen a la inversión internacional en minería de gran escala. Esta medida fue bien recibida en el sector y dos proyectos polimetálicos de gran escala, Fruta del Norte y Ecuacorrientes inician su producción el año 2020.

### **1.1.1 Características de la minería artesanal**

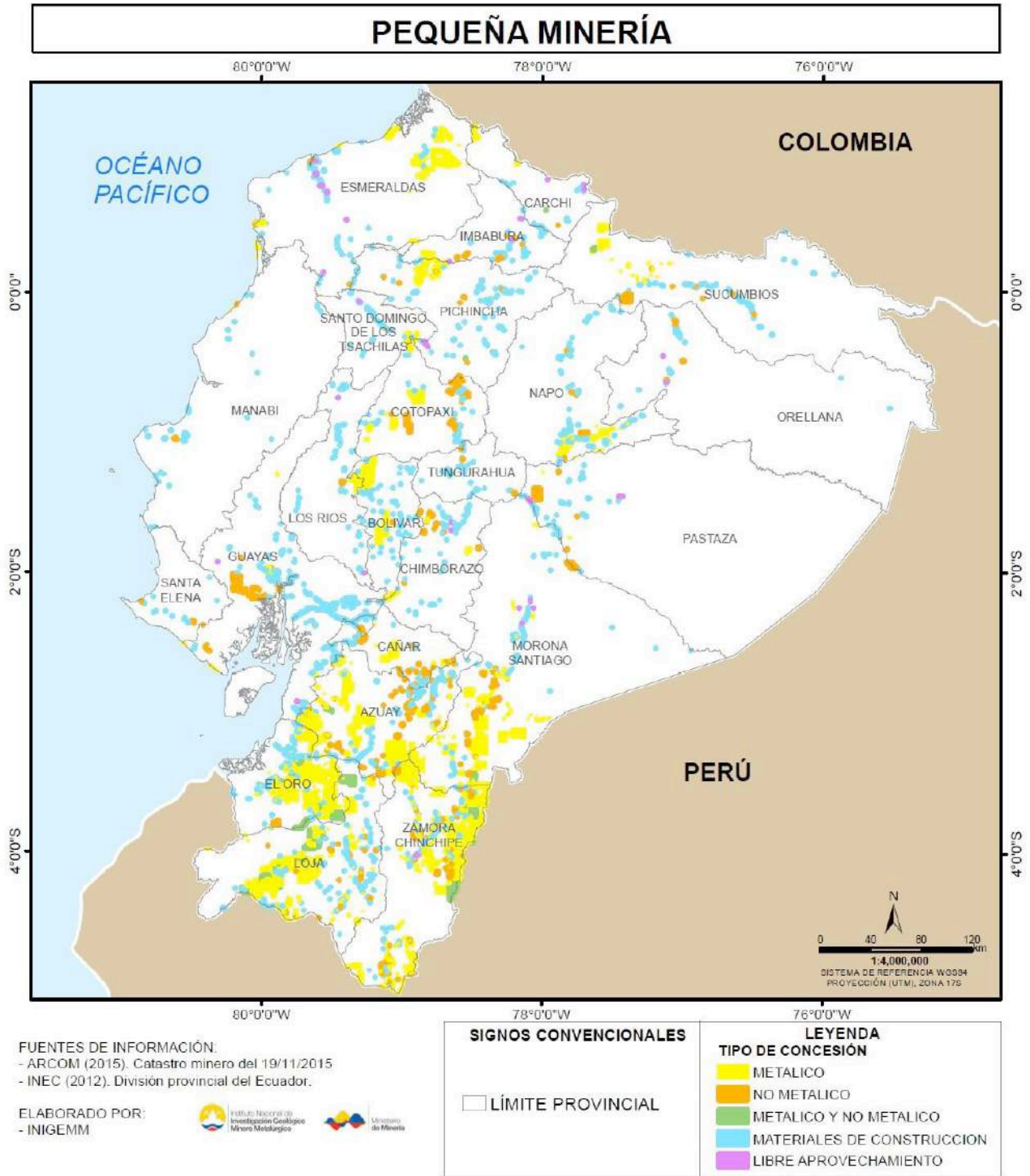
La minería artesanal de oro en el Ecuador representa una actividad productiva que ha servido como fuente de empleo e ingresos para miles de personas, sean de manera directa o indirecta, sobre todo para comunidades rurales, debido a las ubicaciones remotas donde se concentran este tipo de actividades. La minería artesanal se caracteriza por procesos poco tecnificados, condiciones precarias laborales, deficiencia en conocimiento técnico, bajo rendimiento en productividad y disminuida formalización (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016). En cuanto a una de las desventajas de la minería artesanal, es que esta actividad no grava impuestos, lo cual no genera ingresos al estado, y el gobierno se ve imposibilitado de recibir beneficios desde este sector; y sumado a los daños ambientales que se generan por estas actividades.

En el año 2016, existía un total de 1821 permisos de minería artesanal para minerales metálicos, la concentración se encontraba en las provincias del sur del país como Zamora Chinchipe, Loja, El Oro, Morona Santiago, Azuay, así como también en el lado nororiental en las provincias de Napo y Sucumbíos. Esto implicaba que la superficie concesionada de minería artesanal sea de 10 979 hectáreas que correspondía al 0,23% de la superficie del territorio ecuatoriano dejando de lado las áreas naturales protegidas. La minería artesanal tiene el mayor número de unidades operativas en el país.

### **1.1.2 Características de la pequeña minería**

Una de las características de la pequeña minería es la baja escala productiva y operaciones hasta cierto punto deficientes, que generan a su vez altos costos de producción. Además, el bajo precio de venta en oro a nivel nacional afecta el fomento de esta actividad. La falta de productividad también se le atribuye al limitado acceso a nueva y eficiente tecnología, así como la falta de capital y financiamiento, y desarrollo de capacidades como técnicas avanzadas de extracción y procesamiento.

Las concesiones mineras para pequeña minería, en el 2016 fueron de 852 que representaban el 20,65% respecto a la superficie total concesionada. Las concesiones se concentraban principalmente en las provincias del sur del país como Azuay, El Oro, Loja, Zamora Chinchipe y Morona Santiago, y de menor número en las provincias de Esmeraldas, Pichincha, Imbabura, Sucumbíos, Cotopaxi, Napo, Bolívar, Chimborazo y Cañar. Las provincias que no presentan concesiones de pequeña minería son Santa Elena y Orellana. (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016).



**Figura 3.** Ubicación de actividades de pequeña minería desarrolladas en el Ecuador *Fuente:* Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero 2016

## 1.2 Mapa del país y estadísticas clave

La República de Ecuador cuenta con un área de 283 561 km<sup>2</sup>, incluidas las Islas Galápagos. La capital es Quito y el idioma oficial es el castellano. El País está ubicado sobre la línea ecuatorial en América del Sur por lo cual su territorio se encuentra en ambos hemisferios. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el Océano Pacífico.

Está constituido por cuatro regiones naturales que son: Costa, Sierra, Oriente y Galápagos, en las que se distribuyen 24 provincias. En la costa del Pacífico se encuentran las provincias de Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Santa Elena. En la sierra, en la zona norte de Los Andes, están Carchi, Imbabura, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo; en el sector sur se encuentran Bolívar, Cañar, Azuay y Loja. En la Amazonía, en cambio, están Sucumbíos, Napo, Pastaza, Orellana, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Y en la región insular, las Islas Galápagos, compuestas por trece islas principales.

Para el año 2010 según el Censo de Población y Vivienda, el Ecuador contaba con una población de 14 483 499 millones de habitantes, 50,44% eran mujeres y 49,56% hombres. Según proyecciones del INEC para el 2019 se calcula una población de 17 267 986 millones de habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador, 2018).

Variable	Cantidad
<b>General</b>	
Población Total (año 2017)	16,62 millones
Territorio	283 560 km <sup>2</sup>
<b>Económica</b>	
PIB, PPA Total (año 2017)	103 057 mil millones USD
PIB, PPA per cápita (2017) estimado)	6198,95 USD
INB per cápita hombre/mujer (USD)	5890
IDH valor/IDH ranking	0,752 / 86
% de población de pobreza extrema	9,0%
% de población en la línea de pobreza	24,5%
Relación empleo / población	48%
<b>Minería de Oro, general</b>	
Ingresos mineros del Gobierno en % nominal de las exportaciones de oro en el PIB total, 2017	0,32%
Exportaciones totales de oro, 2017	5094 kilogramos
Exportaciones totales de oro, 2018*	5796 kilogramos

\*de enero a noviembre de 2018

**Tabla 1.** Estadísticas demográficas generales, económicas y mineras del Ecuador. Fuente 1: Banco Mundial, 2018. Fuente 2: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo- PNUD, 2018. Fuente 3: Ecuador en Cifras, 2017. Fuente 4: Banco Central del Ecuador, 2019

## 1.3 Zonas de estudio MAPE de oro

Durante el trabajo de campo para la elaboración del Inventario de Mercurio, se registró actividad MAPE de oro, de manera formal e informal, en doce provincias: dos provincias de la Costa, dos provincias Amazónicas y ocho provincias de la Sierra. En estas provincias se identificó un total de 25 sitios mineros que incluyen zonas de extracción primaria, zonas de extracción aluvial y zonas de procesamiento. En la **Figura 4** “Zonas MAPE de Oro – Ecuador” se resaltan los

cantones y las zonas donde están ubicados los sitios mineros MAPE de oro en Ecuador. Cabe recalcar que de acuerdo a las reuniones previas mantenidas con actores clave en el tema, se desistió de ingresar a dos provincias por cuestiones de seguridad hacia el equipo de levantamiento de información, como lo son Sucumbíos y Morona Santiago. Sin embargo, con las doce provincias que fueron sujeto de estudio de abarco al menos el 85% de sitios mineros presentes en el país, muestra que es por más de significativa para asumir valores de manera nacional.

### MAPA DE ZONAS MINERAS MAPE DE ORO - ECUADOR

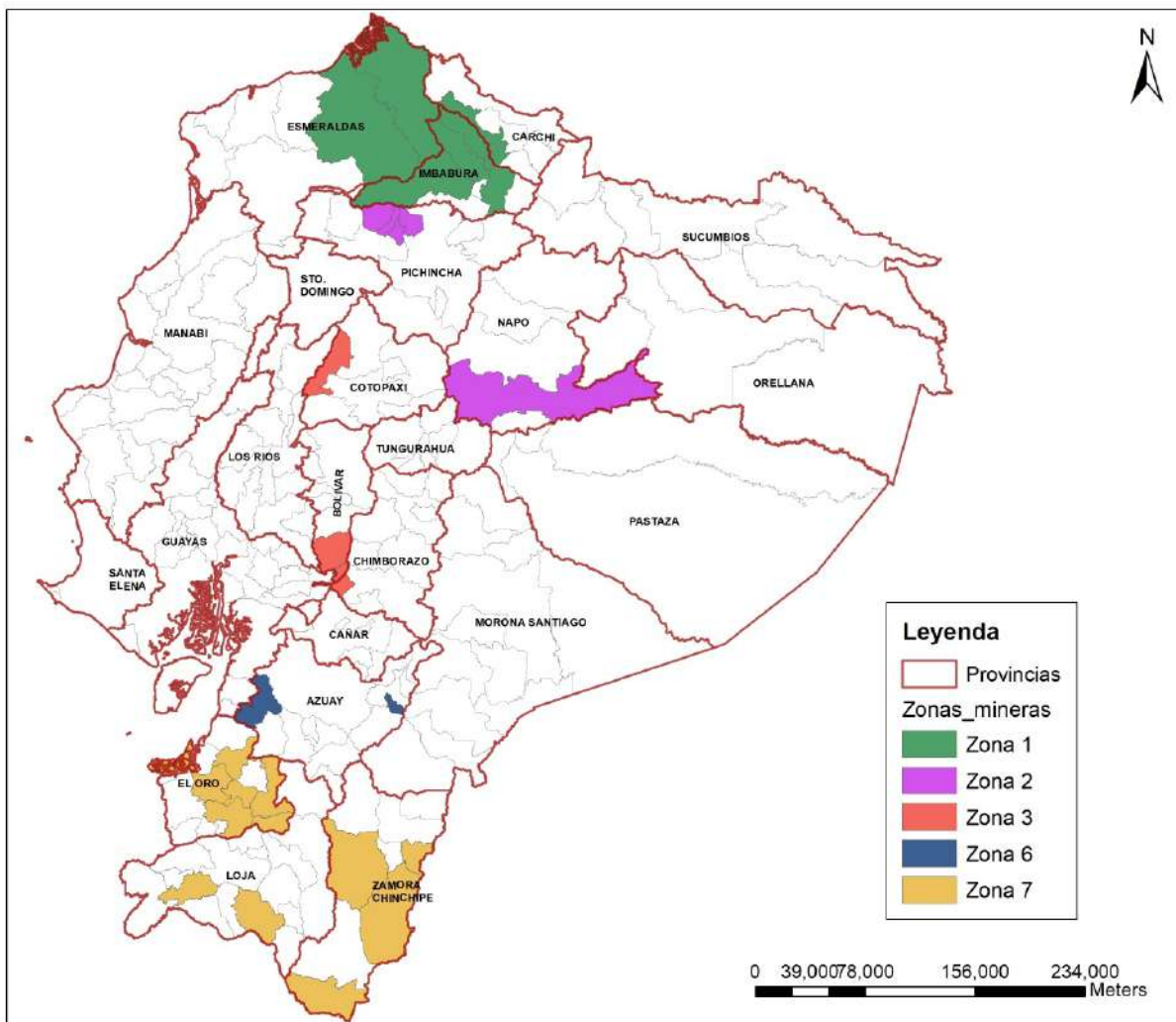


Figura 4. Mapa de Zonas MAPE de oro en Ecuador

Administrativamente, en el año 2012, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) organizó al país en nueve zonas de planificación que abarcan provincias, cantones y parroquias con el fin de descentralizar la gestión pública y desconcentrar los recursos del presupuesto nacional para la ejecución de proyectos.<sup>3</sup> Para asegurar concordancia, el presente análisis se desarrollará en base a la distribución administrativa del Ecuador, es decir los 25 sitios mineros serán agrupados por zonas de planificación<sup>4</sup>.

3 Zonas de Planificación por Provincia - SENPLADES: Zona 1: Esmeraldas, Imbabura, Carchi, Sucumbios. Zona 2: Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo, Orellana. Zona 3: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza. Zona 4: Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas. Zona 5: Santa Elena, Guayas (excepto los cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán), Bolívar, Los Ríos y Galápagos. Zona 6: Cañar, Azuay, Morona Santiago. Zona 7: El Oro, Loja, Zamora Chinchipe. Zona 8: Cantones de Guayaquil, Samborondón y Durán. Zona 9: Distrito Metropolitano de Quito (SENPLADES, 2012)

4 Se incluye únicamente las provincias mineras en la cuales se identificó minería MAPE de oro.

En la **Figura 4** se presenta los “sitios mineros” respecto a la zona SENPLADES a la que pertenecen, acompañada de la provincia y cantón donde se encuentran ubicados, que permite la ubicación geográfica del sitio minero. Por otra parte, existen varios sitios mineros que se ubican en varios cantones, es el caso del sitio minero Zaruma-Portovelo que se ubica en cuatro cantones de la provincia de El Oro; y del sitio minero de Cumandá, en Chimborazo y Bolívar; que se ubica en dos cantones de diferentes provincias. A diferencia de estos dos sitios mineros, en el cantón Tena, de la provincia de Napo, se identificaron tres sitios mineros dentro de un solo cantón.

Adicionalmente, se identificaron tres sitios con actividades mineras MAPE que se desarrollan en cuencas hidrográficas, por lo que sus sitios mineros llevan el nombre de los ríos:

1. Nangaritza Alto, ubicado en la parte alta del río Nangaritza, provincia de Zamora;
2. Mira, ubicado en la cuenca binacional Ecuador-Colombia que limita las provincias de Imbabura y Carchi;
3. Santiago, ubicado en la cuenca del río Santiago en la provincia de Esmeraldas.

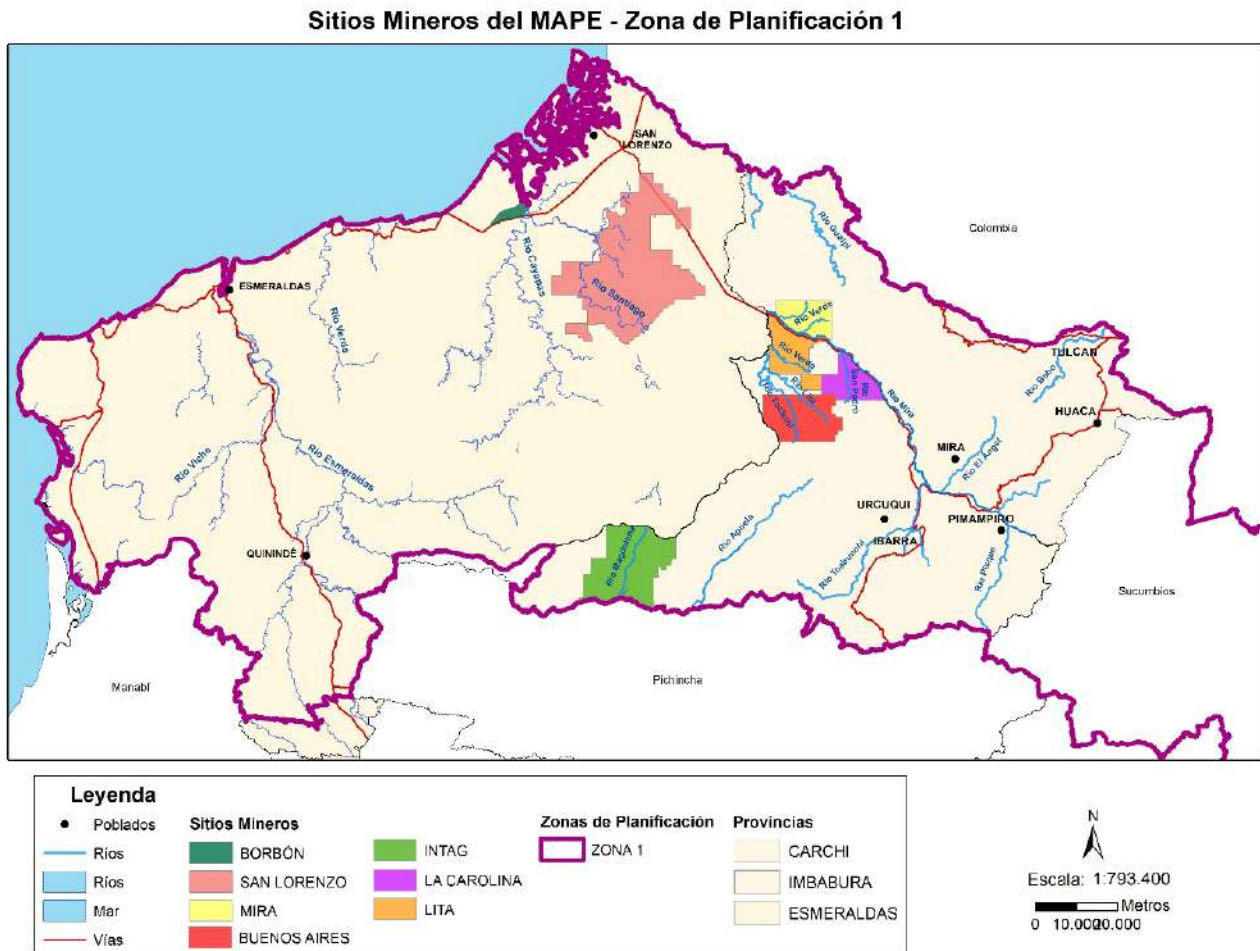
Los nombres de los sitios mineros presentados en la tabla, fueron tomados en base al nombre de la localidad o comunidad (parroquia) donde se ubican, o por el nombre que la comunidad asentada le ha dado al sector.

Zona Senplades	Provincia	Cantón	Sitio Minero
ZONA 1	Imbabura	Cotacachi	1. Íntag
		San Miguel de Urcoquí	2. Buenos Aires
		Ibarra	3. Carolina 4. Lita
	Carchi	Mira	5. Cielito
	Esmeraldas	Eloy Alfaro	6. Río Santiago
		San Lorenzo	7. Río Bogotá
	ZONA 2	Napo	Tena
9. Misahuallí			
10. Arosemena Tola			
Pichincha	Quito	11. Pacto	
ZONA 3	Chimborazo	Cumandá	12. Cumandá
	Bolívar	Chillanes	
	Cotopaxi	La Maná	13. La Maná 14. California
ZONA 6	Azuay	Ponce Enríquez	15. Ponce Enríquez
		Chordeleg	16. Chordeleg
ZONA 7	Zamora	Zamora	17. Chinapintza
		Paquisha	18. Nambija
		Nangaritza	19. Alto Nangaritza
		Chinchiipe	20. Chito
	Loja	Célica	21. Célica
		Cariamanga	22. Cariamanga
	El Oro	Portovelo	23. Zaruma - Portovelo
		Atahualpa	
		Zaruma	
		Piñas	
Santa Rosa	24. Santa Rosa		
Pasaje	25. Pasaje		

**Tabla 2.** Zonas y Sitios mineros MAPE de oro en Ecuador.

### 1.3.1 Zona 1 – Norte (Esmeraldas, Carchi e Imbabura)

La Zona 1 abarca las provincias de Esmeraldas, Carchi e Imbabura, localizadas en el norte del país, frontera con Colombia. Como se observa en la **Figura 5** los sitios mineros de Buenos Aires, La Carolina, Lita y Cielito son colindantes. En estos sitios se practica minería primaria para la extracción del mineral de roca. En general, el mineral es blando en los depósitos que se están explotando, aunque existen depósitos de roca dura. En la zona baja, se encuentran los sitios mineros de San Lorenzo y Eloy Alfaro, donde se practica fundamentalmente minería aluvial. Es posible que los relaves de la zona alta estén siendo acarreados a estos sitios de minería MAPE a través de los tributarios del río Santiago. También se identificó el riesgo de acarreo de relaves por la cuenca del río Mira hacia Nariño, departamento administrativo de la vecina Colombia.



**Figura 5.** Sitios Mineros de la Zona 1 del MAPE – Esmeraldas, Imbabura y Carchi

El sitio minero de Buenos Aires se encuentra ubicado en el cantón San Miguel de Urququí, Provincia de Imbabura a 2800 msnm. Para acceder al sitio se debe ingresar por la vía Lita – San Lorenzo, aproximadamente en el Km 60, existe un control policial del Grupo GEMA (Grupo Especial Móvil Antinarcoóticos), al llegar a este punto se procede a tomar una vía de tercer orden a mano izquierda, donde se recorre 50 km para llegar al poblado de Buenos Aires. Luego se pasa un control comunitario para seguir al sector “La Vicerá”, punto donde se receipta el mineral extraído de la parte alta de las denominadas “Minas de Buenos Aires”.

Desde las Minas al sector de *La Vicerá* el material extraído es transportado mediante winches (poleas y cables de acero inoxidable rígido 5/32). Cada winche puede movilizar alrededor de 60 kilos de material. En cada hora se realiza ocho

viajes y la jornada diaria promedio es de 10 horas de trabajo. En el sector existen alrededor de 60 cables instalados, por lo que día es posible transportar 288 toneladas de material en 4800 viajes de winche.

En el trayecto de la vía de Buenos Aires a *La Vicera*, se encuentran instaladas alrededor de 100 cilindros amalgamadores, más conocidos como “chanchas”, con una capacidad de 80 a 90 kilos de mineral y aproximadamente unas 40 piscinas de cianuración con capacidad de 20 ton/mes. Ambos procesos son ineficientes (40% de recuperación) y altamente contaminantes. Los relaves de estos procesos y el material que no se alcanza a procesar en este sitio minero, se transporta vía terrestre al sur del país, al sitio minero de Portovelo, donde se encuentra instalada la mayor capacidad de procesamiento MAPE de oro en el país.

El sitio minero de Buenos Aires fue tomado por mineros no regularizados a finales del año 2016 y sufrió un crecimiento acelerado de extracción de mineral. En un corto período de tiempo se desarrollaron asentamientos temporales, y el sitio minero alcanzó una población minera que supera las 5000 personas. En esta población se incluye a los habitantes originales de Buenos Aires, habitantes de comunidades vecinas como Carolina, Lita y Alto Tambo, mineros pioneros de la zona sur del país (Loja, El Oro, Azuay) y migrantes extranjeros que incluyen venezolanos, colombianos, cubanos, haitianos y dominicanos. Como es común en sitios mineros MAPE no regularizados, existe la prevalencia de malas condiciones sanitarias, prostitución, enfermedades venéreas, grupos armados que controlan territorios, cobro de tarifas por transporte de material y problemas de violencia civil como ajuste de cuentas entre otros.



**Foto 1.** Túnel de extracción en Buenos Aires



**Foto 2.** Asentamiento en “La Mina” – Buenos Aires

A pesar de ser un sitio minero no regularizado, en el sector existen 8 organizaciones mineras que controlan la explotación, transporte y procesamiento de mineral, así como el comercio de bienes y servicios, y territorio:

- COOPUMBAI
- COOPROSAN
- ASOPROMINOR
- ASOPPRORIMIRA
- ASPROMOJAC
- ASOTABA
- APEMIA
- ASOPROMIEC

Los sitios mineros de Lita, Carolina y Cielito mantienen una actividad mínima debido al tamaño que adquirió el sitio minero de Buenos Aires. La población de estos sitios migra hacia Buenos Aires, donde permanecen períodos que varían entre 20 días y 90 días. Viajan en grupos de cinco a diez personas para que un “capataz” les asigne un sitio donde extraer el material. Una vez que terminan de extraer el mineral, reciben un pago por cada bulto extraído y regresan a su comunidad. Prácticamente toda la población de estos sitios mineros ha trabajado en las minas de Buenos Aires al menos una vez. Esto incluye mujeres y niños, ya que las madres prefieren llevar a sus hijos a las minas, que dejarlos “encargados” en el pueblo.

Estos sitios también han presentado actividad minera en el pasado, pero en una escala significativamente menor a la desarrollada en Buenos Aires. Sin embargo, su población conoce sobre la minería y los impactos que ésta produce, tanto en el ambiente como en la salud. De hecho, al ser los lugares de residencia, los servicios de salud de estos sitios mineros deben asumir los impactos de la minería que incluyen emergencias por caídas, cortes y traumas, afecciones a la piel y enfermedades respiratorias. Estos sitios mineros también resultan afectados por impactos ambientales, debido a las descargas sanitarias e industriales que están recibiendo los ríos en el sitio minero de Buenos Aires, y que pasan por Lita y Carolina.

A diferencia de Buenos Aires, en el sitio minero de Intag se ha instalado la “mina Corazón” a través de la empresa “Agroindustrial El Corazón”, ubicada en el cantón Cotacachi. Una concesión de pequeña minería que extrae 100 toneladas de mineral al día. En este sitio minero, la empresa minera mantiene un plan de relaciones comunitarias mediante el cual da trabajo directo a la población, mantiene programas de asistencia que incluyen tres ejes principales: vialidad, salud y educación.

San Lorenzo y Eloy Alfaro son dos cantones de la provincia de Esmeraldas en los cuales se encuentran ubicados los sitios mineros río Bogotá y río Santiago, respectivamente. La explotación de oro en estos sitios mineros data de tiempos de la Colonia, época en la cual los esclavos que fueron traídos de otras latitudes exploraban la cuenca del río Santiago junto con los indígenas de la zona para obtener oro. Esta práctica se mantiene hasta la actualidad, donde las mujeres se dedican al “platoneo” en los ríos, mientras los varones son contratados por dueños de maquinaria para trabajar en minería aluvial. En este tipo de minería se utilizan retroexcavadoras y concentradores tipo “zetas”.



Foto 3. Río Santiago



Foto 4. Entrevista a líder minera local



El uso de mercurio es extendido, e indispensable cuando el oro que se extrae es “fino”. Los lugares donde se encuentran las operaciones son de difícil acceso y usualmente peligrosas de acceder por los conflictos que ocurren entre los mineros, los grupos irregulares que operan en la zona y las autoridades. Los habitantes de la zona suelen apoyar a los mineros porque éstos aportan recursos a las organizaciones locales, prestan la maquinaria en casos de emergencia y representan una fuente de ingreso en una provincia tradicionalmente relegada, donde la mayor ocupación se encuentra en el sector primario, concretamente en actividades agrícolas y minería.

En San Lorenzo, las comunidades donde se tiene registros de actividad minera son:

1. Ricaurte
2. San Francisco
3. Santa Rita
4. Urbina
5. San Javier
6. Wimbí
7. Concepción
8. Carondelet
9. Alto Tambo

En Eloy Alfaro, las comunidades donde se tiene registros de actividad minera son:

1. Selva Alegre
2. Playa de Oro
3. Timbiré
4. Riberas del río Tuluví, tributario del río Santiago

Los testimonios recogidos en la zona indican la presencia de unas 50 retroexcavadoras distribuidas entre el río Santiago, el río Bogotá y sus tributarios como el río Tuluví. En base a los datos recolectados en otras zonas MAPE de oro aluvial del país, se utilizan dos retroexcavadoras por cada concentrador tipo “zeta” y una cuadrilla de cinco operadores. Es decir, en la zona existen entre 125 y 150 operadores de maquinaria minera operando de manera simultánea. Adicionalmente, por cada “zeta” existen entre 15 a 50 “jancheros” o mineros artesanales que platonean las descargas de la “zeta” y los cortes de la tierra que la máquina no aprovecha. Por lo tanto, la población minera artesanal se estima entre 375 y 1250 personas.

**Íntag** es un cantón de la provincia de Imbabura reconocido por su desarrollo agroecológico y la promoción del ecoturismo. Por lo tanto, existen en la zona organizaciones no gubernamentales que se oponen a la minería metálica. Otras concesiones ubicadas en el mismo sitio minero enfrentan fuerte oposición al desarrollo de esta actividad en la zona. En este contexto, la mina Corazón se enfrenta a un fuerte escrutinio social, no solo relacionado a su plan de relaciones comunitarias, sino también a la ejecución de su plan de manejo ambiental. El agua, tanto del proceso industrial como del campamento, son primero tratadas in-situ antes de ser descargadas al ambiente. Este es el único sitio minero en el cual se ha mantenido la vida acuática “aguas abajo” de una procesadora MAPE de oro en el país. Debido a que el proceso de extracción utiliza cianuración, el riesgo de contaminación por mercurio es mínimo. Esta concesión puede ser utilizada como ejemplo de aplicación de mejores prácticas mineras en Ecuador, no solo por estar ubicada en el país, sino porque su personal e inversión son ecuatorianos.

En la planta de beneficio laboran 120 trabajadores, procesan 125 toneladas diarias de mineral mediante cianuración. La capacidad instalada es de 250 toneladas para lo cual cuentan con 14 tanques de cianuración y dos molinos de bolas de 5x15 que se alternan en las operaciones. El tiempo del proceso de recuperación del oro tiene una duración de 31 horas. El mineral tiene una ley promedio de 4 gramos de oro por tonelada de mineral con contenido del 30% de plata. La planta tiene un porcentaje de recuperación del 80 %. El oro se lo refina hasta obtener una pureza del 98%.



Foto 5. Inducción Mina Corazón – Responsabilidad Social

El agua del proceso se reutiliza en el proceso ya que se tiene un sistema cerrado. Cuando es necesario descargar, se hace un tratamiento con peróxido de hidrógeno para la disminución y eliminación del cianuro en las aguas de relave. La efectividad del tratamiento se corrobora con los análisis anuales de la calidad de agua de las cuencas hídricas receptoras de estas descargas.

### 1.3.2 Zona 2 – Centro - Norte (Pichincha y Napo)

La Zona 2 abarca las provincias de Pichincha y Napo, en donde se encuentran los sitios mineros de Pacto, Ahuano, Misahuallí y Arosemena Tola. La minería que se desarrolla en Pacto es primaria de roca dura, para lo cual desarrollan galerías subterráneas en la montaña. El material es extraído mediante “burras” para ser clasificado y acumulado en el exterior para luego ser transportado al sur del país, al sitio minero de Ponce Enríquez. Existe registro de actividad minera aluvial en el pasado, pero ésta no se desarrolla en la zona actualmente ya que existe un exhaustivo control comunitario. Lo opuesto ocurre en los sitios mineros ubicados en Napo, donde la minería aluvial se desarrolla en tres lugares y la población local participa de esta actividad. En este cantón se tienen registros de actividad minera desde los años 90, cuando mineros colombianos explotaron extensas áreas de Arosemena Tola y Ahuano. En la actualidad se continúa trabajando estos sitios, principalmente por empresas chinas asentadas en este cantón. En los últimos años, se ha explotado recursos mineros en Misahuallí, un destino turístico popular para los habitantes de la capital y turistas extranjeros que visitan la zona.

A pesar de que el sitio minero **Pacto** pertenece al Distrito Metropolitano de Quito (Zona 9), capital del Ecuador, la administración central minera maneja a este distrito dentro de Pichincha, y es así como se presenta en este documento. Geográficamente, los sitios mineros se encuentran a lados opuestos de la cordillera de Los Andes. En el caso de Pacto, se encuentra en la estribación occidental de la cordillera, a una hora de Quito, en un sitio declarado “hot spot” natural al pertenecer al corredor natural de la cordillera del Chocó. Pacto, junto con Nanegalito y Mindo, ha sido declarado reserva natural por la ciudad de Quito, y representa uno de los sitios con mayor dinámica de conservación, recuperación de corredores naturales, agricultura climáticamente inteligente, turismo natural, asociatividad comunitaria, entre otras mejores prácticas socioambientales del país.

Sitios Mineros del MAPE - Zona de Planificación 2 y 9

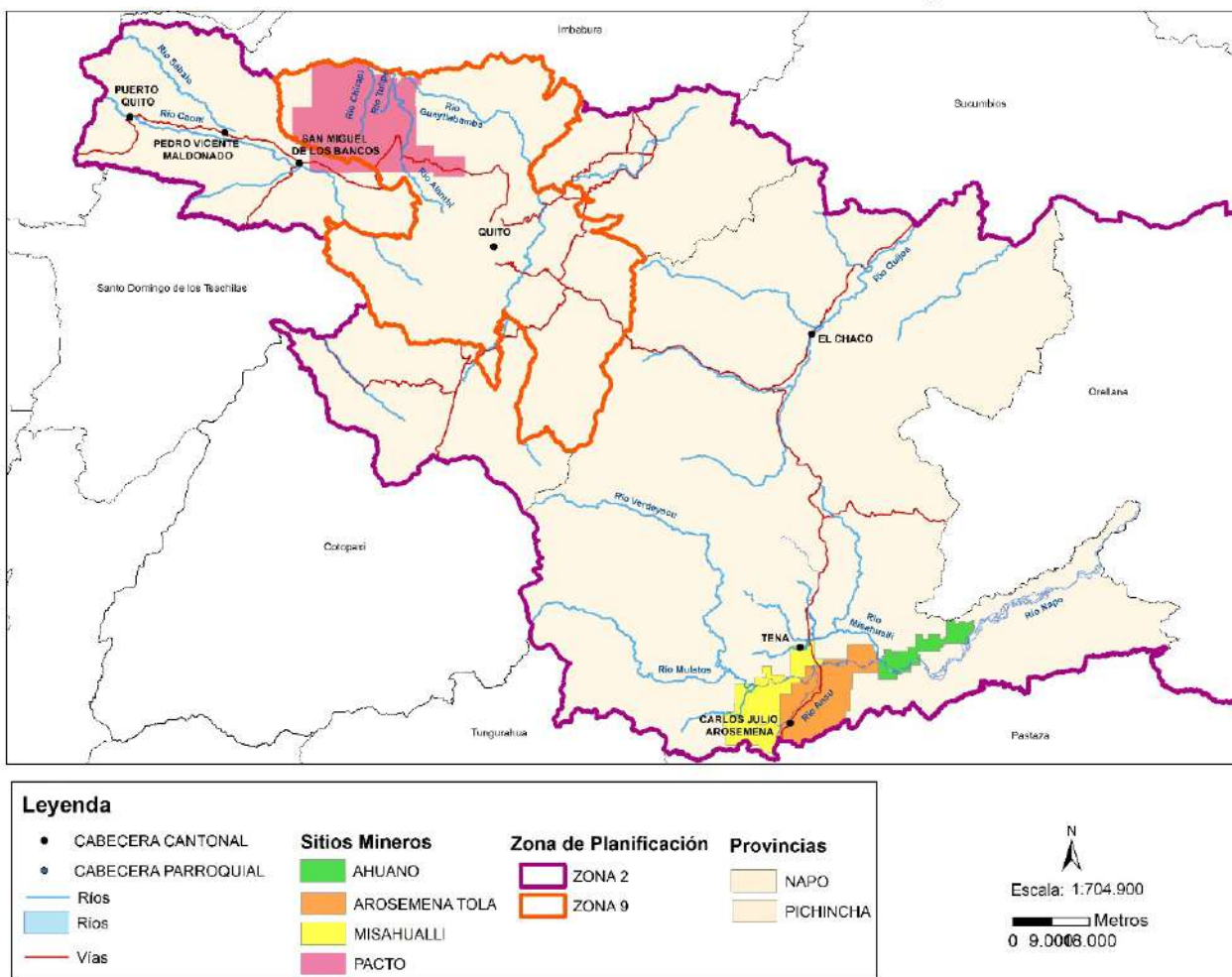


Figura 6. Sitios Mineros de la Zona 2 del MAPE – Pichincha y Napo

Es así que, de las 15 concesiones mineras de oro otorgadas en este sitio minero desde inicio de los años 90 hasta 2014, permanece operativa solamente una. La comunidad, los actores representativos, y las autoridades locales, mantienen una posición firme de que su territorio debe estar libre de minería metálica. Es una comunidad bien organizada, que ha logrado desplazar el 93% de las actividades mineras de su territorio en cinco años. Pero más importante, es una comunidad con un modelo de vida claro, con alternativas de ingreso económico, que genera no solo mejores condiciones de vida para sus habitantes, sino que representa un sitio clave para el ingreso de capitales extranjeros al país. Las autoridades nacionales, mineras, ambientales, y en general de planificación, deberían reconsiderar esta zona para el otorgamiento de las casi 118 concesiones vigentes a la fecha. Es sin duda, la zona que mayor riesgo de conflicto social puede presentar entre la intención de desarrollo minero metálico y grupos locales conservacionistas.

Sin embargo, en la zona se encuentra operando la Compañía Minera Aurífera Pacto S.A. “MARPSA”. En el diálogo mantenido con los representantes de la compañía, se pudo conocer que el área en la que operan es netamente para extracción de material (minería primaria) mientras que el procesamiento del mineral lo realizan en el cantón Ponce Enríquez. Entre los datos de operación recopilados, se encuentra lo siguiente:

- Tiempo de operación: 2 años.
- Personal operativo: 25 personas (50% habitantes de la zona de Pacto).
- Material extraído: 100 ton/mes.

- Ley del material extraído: 15 g oro/ton.
- Concentración del material: 80%.
- Características del material: oro, plata y plomo.
- El material de caja es entregado a la prefectura para utilizarlo en relleno de vías y espacios públicos.
- Por el tipo de operación no se evidenció la utilización de mercurio.

A pesar de que los representantes de la concesión minera consideran su operación como “minería sustentable”, el acceso a la mina es restringido y la vigilancia del entorno es intensa. La tensión entre los propietarios de la mina y los comuneros es evidente, y podría degenerar en conflictos y eventos de confrontación en el futuro.



Foto 6. Proclama antiminera – Pacto



Foto 7. Compañía Minera Aurífera Pacto S.A.

Arosemena Tola es un antiguo sitio minero donde se practica minería aluvial, tanto artesanal como pequeña minería. El uso de retroexcavadoras y concentradores tipo “zeta” es extendido y operan al menos tres frentes en paralelo: dos frentes de minería artesanal y un frente de pequeña minería. En la pequeña minería no se encontraron “jancheros”, pero en la minería artesanal se encontraron grupos de 15 personas platoneando bajo la zeta. También se encontraron grupos de mineros artesanales apostados en quebradas y riberas de los ríos extrayendo el material directamente.

A diferencia de otros sitios mineros donde las jancheras son principalmente mujeres, en este sitio los hombres representan el 50% de la población minera que se dedica a esta actividad. Es común que el trabajo lo practiquen juntos en familia, es decir, es una actividad de pareja. Y, aunque la comunidad tiene un representante, las ganancias no se distribuyen entre todos, sino que cada “pareja” o familia son propietarios del mineral que recupere.



Foto 8. Retro y Zeta – Pequeña minería



Foto 9. Comuneros locales - jancheros

En este sitio minero se contabilizó una zeta pequeña a la que alimentaban cinco retroexcavadoras; y dos zetas pequeñas a las que alimentaba una retroexcavadora. La empresa minera concesionaria tiene 25 trabajadores de planta, mientras que las artesanales mantienen 5 trabajadores cada uno. Los jancheros representan una población de al menos 100 personas asentadas en tres comunidades de la zona.

Las comunidades de Arosemena Tola en las que se ha registrado minería MAPE de oro son:

1. Shiguacocha
2. Moretecocha
3. Flor del Bosque
4. Chucapo
5. Río Blanco
6. Ila

En Ahuano y Misahuallí se practica minería aluvial de ribera. Si bien la actividad es menor en proporción a Arosemena Tola, este es un sitio minero donde se presentan denuncias frecuentemente sobre actividades mineras ilegales. La presencia de sólidos suspendidos en las aguas debajo de los sitios donde se practica minería evidencia la falta de utilización de métodos técnicos que incluyan buenas prácticas. La contaminación de los cauces es un efecto directo e inmediato que resulta de la minería aluvial no regularizada.



**Foto 10.** Bomba y drag



**Foto 11.** Operadores turísticos – Misahuallí

En estos sitios mineros también se encontraron dragas como método de concentración para el material que arrastra el río. Para acelerar el proceso, se utilizan bombas que disparan un chorro de agua a presión hacia la ribera del río lo que provoca la caída de material que a continuación es lavado en la draga. Este método destruye la ribera del río, ya que no se aplican buenas prácticas y se comprobó el uso de mercurio para la recuperación de oro. En total, se contabilizaron nueve dragas en las que laboran, lo que representa una actividad de 27 mineros aproximadamente. En las “zetas” operan entre 15 a 20 trabajadores en cada sitio minero, y no se registran jancheros.

En estos sitios mineros se identificaron dos tipos de conflictos potenciales. El primero está relacionado a las concesiones mineras: una empresa multinacional de origen chino está adquiriendo los derechos mineros, lo que está generando tensión con los propietarios de los terrenos. Este conflicto no se refiere a la propiedad de la tierra sino a la legitimidad de explotación del recurso mineral. Los mineros locales aducen trabas en el proceso del minero artesanal mientras que la empresa minera obtiene varios permisos de pequeña minería. El segundo conflicto está relacionado al sector turístico de Misahuallí, el cual se ve afectado por la contaminación que causa la minería al río sobre el cual desarrollan actividades turísticas los promotores de esta actividad en Misahuallí.

Las comunidades de Ahuano en las que se ha registrado minería MAPE de oro son:

1. El Dorado
2. San Pedro

Las comunidades de Misahualli en las que se ha registrado minería MAPE de oro son:

1. Cachiguañuzca
2. Sardinas
3. Pucaturco
4. Tuyano

### **1.3.3 Zona 3 – Centro (Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar)**

La Zona 3 abarca las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar, en donde se encuentran los sitios mineros de Cumandá, La Maná y California. La minería que se desarrolla en Cumandá es primaria de roca suave. El material se extrae y procesa en “chanchas” instaladas en el poblado de Cumandá. Esto incluye la actividad de una única mina identificada en la provincia de Bolívar, por lo que se presenta como un solo sitio minero en este documento. La Maná es un sitio minero de características únicas en el país, pues el recurso aluvial se encuentra a 25 metros de profundidad y tiene un corte de 2 metros. Por lo tanto, se puede extraer a cielo abierto (pequeña minería) o mediante pozos (minería artesanal). También existe una concesión que extrae mineral primario de roca dura que es procesado en una planta de beneficio instalada dentro de la misma concesión. No se identificaron conflictos en estos sitios mineros, pero sí dificultades para controlar la zona para el personal técnico ya que la oficina se encuentra en la ciudad de Riobamba, a dos horas del sitio minero de Cumandá, y a 5 horas del sitio minero de La Maná (ver **Figura 7**).

En Cumandá se tiene registros de actividad minera en Sacramento, Piñapungo y Cruz de Hueso. Los miembros de estas comunidades se han dedicado a la agricultura, pero a la vez se ha extraído mineral de manera artesanal. Los habitantes que se dedican a esta actividad, de manera eventual, cavan túneles bajos de aproximadamente 60 cm. El material es suave por lo que no hacen túneles más grandes. Al ser túneles pequeños y de difícil acceso, la producción es baja. El material se platonea en el sitio o es llevado a las “chanchas” que funcionan en el pueblo. En general, la actividad es baja en este sitio minero pues la zona se encuentra concesionada y la empresa mantiene controles rutinarios de actividades irregulares. A este sitio minero se le ha incluido una mina en exploración ubicada en el cantón Chillanes de la vecina provincia de Bolívar. El acceso carrozable a esta mina se hace desde Bucay, incluida la provisión de materiales. En caso de encontrar material rentable, el mineral es trasladado hacia el sur al sitio minero de Portovelo para su explotación y beneficio.

En Chillanes existió una concesión minera en un sector conocido como Alvarado. Pero esta mina está clausurada y no opera desde hace unos años. No se encontraron empleados ni cuidadores en el sitio, solo facilidades y maquinaria abandonadas. Por lo tanto, no se consideró a Chillanes como un sitio minero MAPE por sí solo ya que responde a la Zona de Guayas, la cual está lejana y no controla este sector. A diferencia de la zona de Chimborazo que mantiene constante presencia en la zona y así mantiene controlado el sector.

### Sitios Mineros del MAPE - Zona de Planificación N° 3

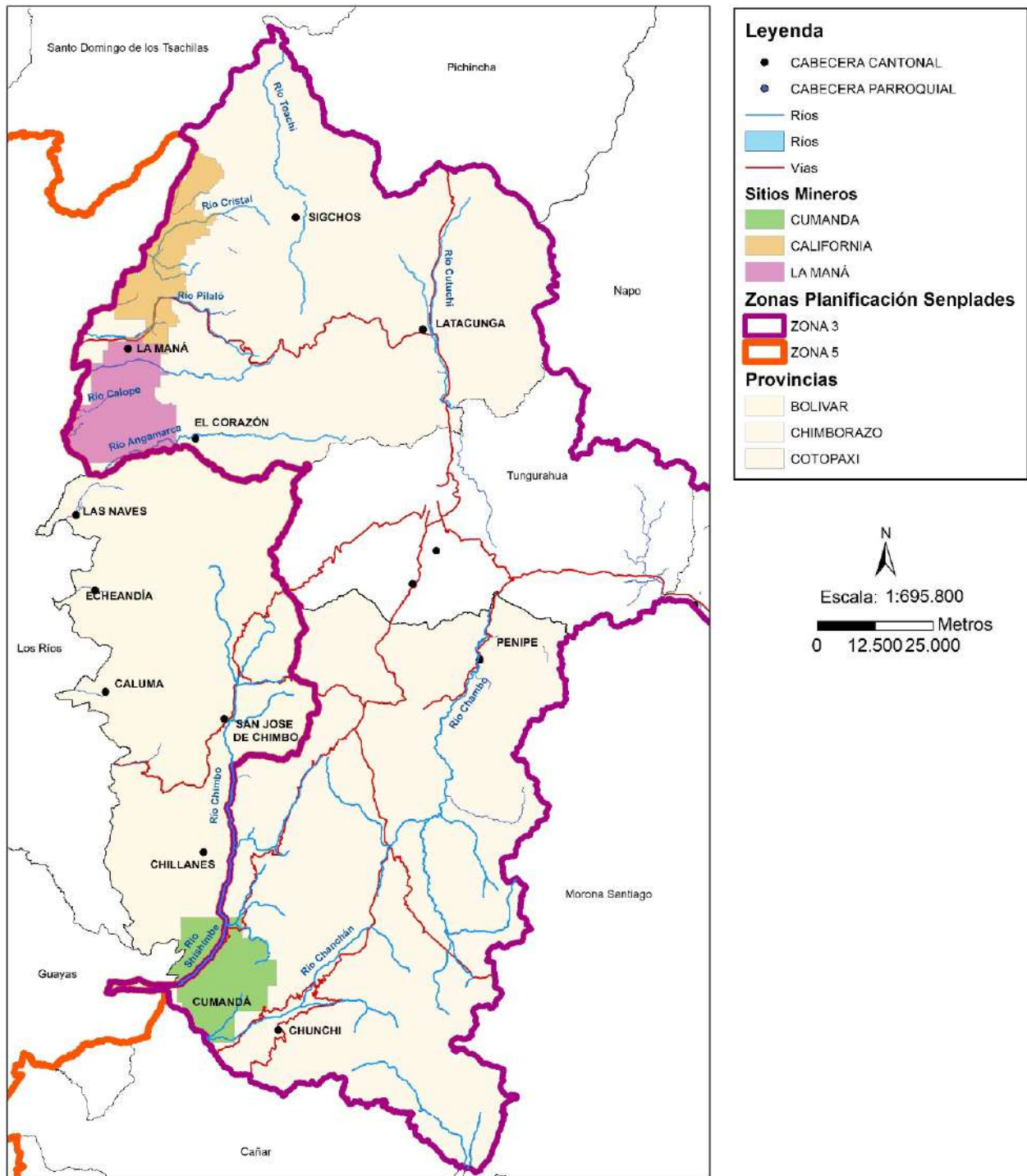


Figura 7. Sitios Mineros de la Zona 3 del MAPE – Chimborazo, Bolívar y Cotopaxi



**Foto 12.** Mineros artesanales - Chillanes



**Foto 13.** Facilidades abandonadas – Sector Alvarado

La Maná es un sitio minero descubierto hace varias décadas, por lo que ha sido explotado en el pasado, incluida una empresa canadiense que desarrolló el método de cielo abierto que se utiliza hasta el tiempo actual. Se mueve la capa externa del suelo que tiene una profundidad promedio de 25 metros para llegar al “corte” como le conocen los mineros locales al tipo de suelo donde se encuentra el mineral. El material de corte se pasa por las zarandas concentradoras tipo “zeta” para recuperar el oro. Una vez que se ha recuperado el oro, se cubre nuevamente el suelo excavado y se coloca la capa orgánica de suelo para la revegetación. Esta actividad la desarrollan en dos zetas y siete retroexcavadoras, para lo cual se emplean entre 15 a 20 personas.

Los mineros artesanales, que carecen de los recursos para invertir en maquinaria grande, cavan pozos de un metro de lado hasta alcanzar el “corte”. Una vez que alcanzan el corte hacen túneles horizontales (topos), extraen el material con uso de grúas y luego pasan por concentradores horizontales. Esta actividad no está regularizada, y conforme al testimonio del concesionario, tampoco es acordada con él. En la concesión pueden existir entre 10 a 15 pozos, en los cuales trabajan 5 personas, por lo que se tiene una población minera artesanal de aproximadamente 75 personas.



**Foto 14.** Pozo artesanal – La Maná



**Foto 15.** Minería a cielo abierto – La Maná

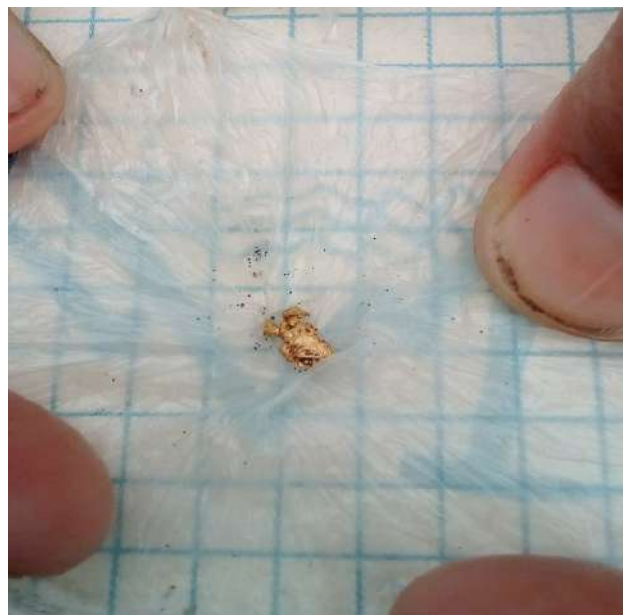
En este sitio minero también existe una mina primaria de roca dura que extrae 100 toneladas día con 20 trabajadores. El material se transporta a la planta de beneficio ubicada dentro de la concesión, la cual tiene la capacidad de procesar 100 toneladas por día. La planta incluye molinos de bolas, concentradores gravimétricos, y cianuración, por lo que el uso de mercurio no es necesario en esta planta.



Carolina es otro sitio minero ubicado en el cantón La Maná y se realiza minería aluvial donde se utilizan canalones para el lavado de las arenas en el río California, actualmente se encuentran laborando unas doce personas, el oro obtenido tiene las características de ser grueso, lo que da facilidad en la recuperación del oro y no es necesaria la utilización de mercurio. También existen labores de minería aluvial donde se extrae con retroexcavadoras y concentradores tipo zetas.



**Foto 16.** Canalón – California



**Foto 17.** Oro aluvial - California

### **1.3.4 Zona 6 – Centro Sur (Azuay)**

La Zona 6 corresponde a la provincia del Azuay, en la cual se encuentran dos sitios mineros: Chordeleg y Ponce Enríquez, como se muestra en la **Figura 8**. Las actividades que se desarrollan en Chordeleg están relacionadas a la elaboración de joyas. El oro de otros sitios mineros como Nambija abastece este lugar, considerado el principal mercado interno de oro del país. En este sitio se encuentran fundidoras o pequeñas refinadoras conocidas como talleres, en los cuales el oro esponja o con impurezas alcanza el grado de pureza requerido para elaborar joyas. En el proceso de refinación se producen vapores tóxicos que incluyen entre otros el mercurio. Estos vapores son absorbidos por los fundidores de manera directa, y por los habitantes del pueblo cuando respiran el aire contaminado. El otro sitio minero del Azuay es Ponce Enríquez, probablemente el sitio minero con la mayor capacidad de extracción del país, y el segundo en capacidad de procesamiento. Los mineros de la zona se han congregado a través de la Cooperativa Minera “Bella Rica”, la cual mantiene una concesión legal de más de 1350 hectáreas para la explotación minera bajo el régimen de minería de pequeña escala. Los minerales de interés primario son el oro y la plata libres gravimétricos, los secundarios son los concentrados de flotación de oro, y los terciarios son las arena y relaves.

En el sitio minero Ponce Enríquez se ubica principalmente la Cooperativa “Bella Rica” pero también existe un conjunto de proveedores de molienda para el sector artesanal en el centro del pueblo conocidos como “chanchas”. En total, se contabilizaron 126 “chanchas” instaladas y en funcionamiento en la zona que dan servicio a una población minera que supera los 3000 habitantes. En este sitio minero se desarrollaron y fortalecieron las asociaciones de jancheras debido a la gran cantidad de material de caja del que disponían en las quebradas de este cantón. Esta actividad se ha visto reducida tras la implementación de métodos de procesamiento más eficientes, las concesionarias están moliendo mineral con concentraciones bajas porque puede ser aprovechado en procesos de cianuración y concentrado por flotación.



En el área minera de la Cooperativa Bella Rica, las operaciones y relaciones laborales se realizan a través de contratos de operación con sociedades mineras integradas por miembros de la Cooperativa, que por su cuenta y riesgo ejecutan las actividades de producción, legalmente autorizadas por dichos contratos como operadores debidamente registrados. Estas unidades operativas o sociedades tienen un número variable de obreros, de acuerdo al número y magnitud de los frentes de trabajo. En total, la cooperativa emplea a 3460 trabajadores entre directivos, administrativos, profesionales, operativos, indirectos y seguridad social.

En Ponce Enríquez existe minería primaria, donde se extrae el mineral dentro de las galerías, separando la caja o mineral de poco valor de la mena, se lleva a triturar y moler en molinos chilenos, de bolas o mediante tambores amalgamadores. Cuando se procesa poco material, esta actividad la realizan principalmente las jancheras. Se utiliza como elemento para la recuperación del oro libre, el mercurio. Algunas jancheras acumulan el material seleccionado por meses, con el objetivo de poder alquilar un molino chileno para el procesamiento de su material, debido a que solo permiten el uso de esta maquinaria desde cierta cantidad de material.

La geología general consiste en el afloramiento de un dominio de rocas metamórficas o quizás de rocas sedimentarias de bajo metamorfismo, presentes en la parte baja del yacimiento, a la margen derecha del Río Siete, denominadas localmente como filitas de La López, posiblemente relacionadas con el complejo metamórfico de El Oro, de edad jurásico tardío a cretácico o tal vez más apropiadamente estén relacionadas con lutitas de baja metamorfización de la formación Yunguilla. La mineralización es de polisulfuros con presencia de: oro, plata, cobre, zinc, plomo, arsénico, bismuto, telurio, cadmio, antimonio. Acorde a la Misión Británica del año 2000, se estima, la existencia de una zonación en la distribución de la mineralización, el oro se incrementa de Norte a Sur y de Sur a Norte, concentrándose en el sector de Bella Rica. La misión también determinó que el 76% del oro de Bella Rica es de grano medio (2000 – 50  $\mu\text{m}$ ), y el 24% restante es de grano fino (50 – 5  $\mu\text{m}$ ); clasificando el grupo “grano medio”. Las reservas probadas superan las 425 mil toneladas con una ley que varía entre 3,8 y 23,5 gramos de oro por tonelada métrica, según el informe anual de producción del año 2016. Por lo tanto, Ponce Enríquez representa el sitio minero MAPE de oro con mayor capacidad de extracción de mineral de oro del país.

### **1.3.5 Zona 7 – Sur (El Oro, Loja y Zamora)**

La Zona 7 abarca las provincias El Oro, Loja y Zamora Chinchipe, frontera con el Perú. Como se observa en la **Figura 9** los sitios mineros de Pasaje, Santa Rosa y Zaruma-Portovelo son colindantes, y representan el asentamiento minero más antiguo del país. Tradicionalmente esta zona fue conocida como “el sitio minero”, nombre que se ha difundido para definir los lugares en los cuales se extrae oro en el país. Los sitios mineros que se ubican en la provincia de Loja (Cariamanga y Célica) y los sitios mineros que se ubican en Zamora (Chinapintza, Chito, Nambija y Nangaritzta) están dispersos, por lo que presentan diferencias tanto en el tipo de mineral como en las prácticas que se utilizan para la extracción y procesamiento.

El sitio minero de Zaruma, Portovelo, se caracteriza por tener la mayor capacidad instalada para el procesamiento de mineral de oro y plata, y concentrados polimetálicos a través de 81 plantas de beneficio con capacidades que varían entre 20 a 300 toneladas por día. Las plantas varían en su complejidad, desde procesos exclusivamente de molienda, pasando por cianuración hasta concentración por flotación. No es extraño que dentro de estas plantas todavía se utilicen procesos de amalgamación para la recuperación de oro libre.

Las plantas que utilizan molinos chilenos presentan la mayor probabilidad del uso de mercurio para recuperar el “oro fino”. Respecto de la capacidad de producción de oro, tanto la cianuración como la concentración son procesos que tienen mucha más capacidad y su uso está extendido en este sitio minero. Sin embargo, la amalgamación permite obtener oro en corto plazo y el relave es “reprocesado” en los procesos de cianuración. Esta práctica es difícil de eliminar ya que brinda la posibilidad de obtener dinero rápido. Pero es posible minimizarla al implementar equipos gravimétricos en línea con los equipos de molienda.

Sitios Mineros del MAPE - Zona de Planificación 7

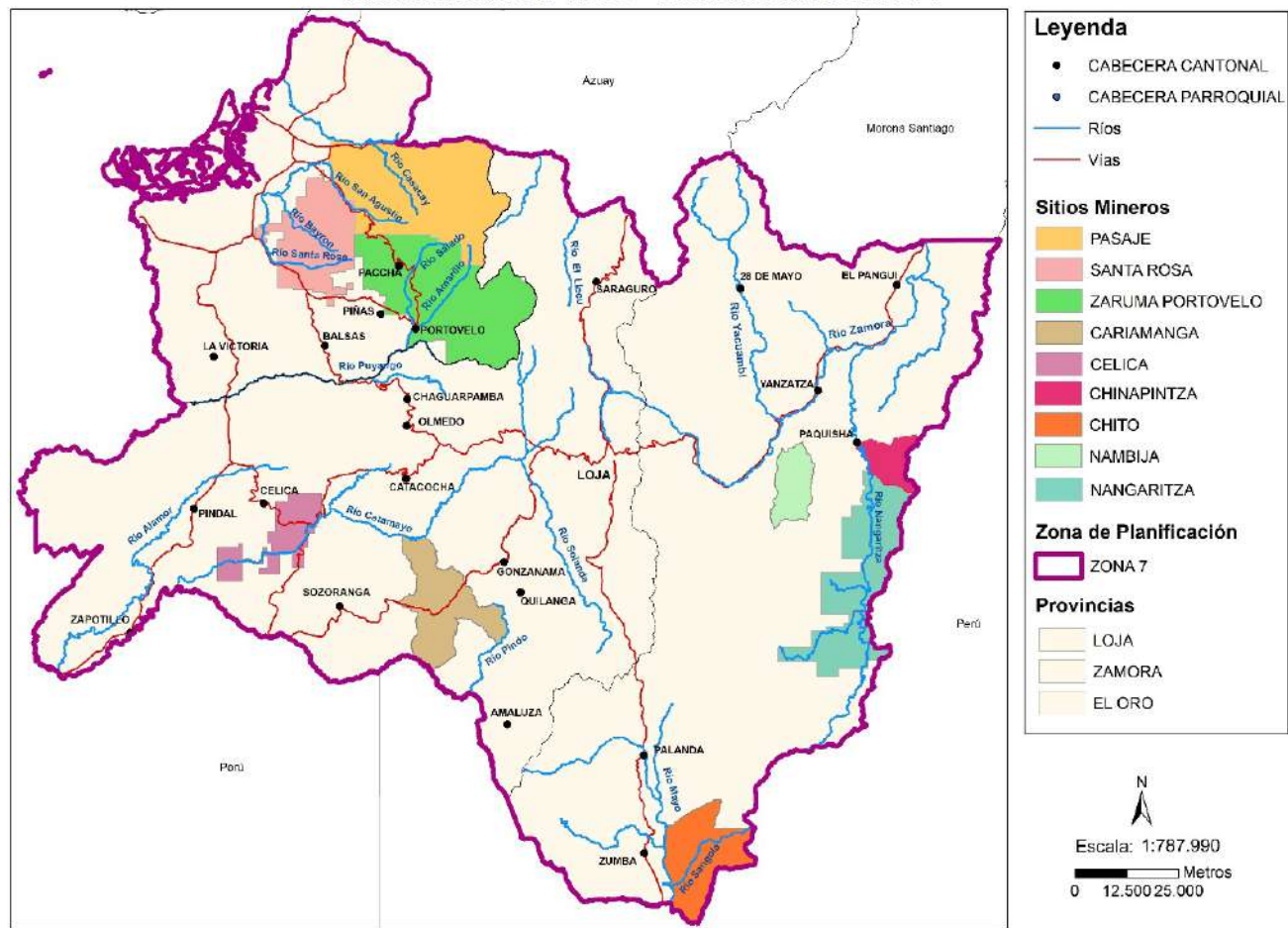


Figura 9. Sitios Mineros de la Zona 7 del MAPE – El Oro, Loja y Zamora Chinchipe

Como práctica ambiental, la relixiviación de arenas amalgamadas es una práctica extendida en el país y se concentra principalmente en este sitio minero. De hecho, las condiciones ambientales de este sitio minero son muy malas. Si bien las plantas de beneficio mantienen piscinas para almacenar lixivios, se estima que su capacidad no supera el 10% de la capacidad real que éstas deberían tener. Por lo tanto, está rebosando a los cauces el agua de relaves amalgamados que han sido cianurados, es decir mercurio en su forma más tóxica de metil-mercurio, sumado a los químicos de la cianuración y flotación. El resultado de esta mala práctica extendida en el sitio minero es la contaminación del río Puyango y los problemas relacionados con la contaminación de una fuente hídrica transfronteriza.

Los propietarios de las plantas de beneficio han formado una asociación con el nombre de APROPLASMIN, institución que representa a la gran mayoría de la capacidad productiva del sitio minero y con una vocería clara del sector. A través de APROPLASMIN, se ha caminado hacia la optimización en la extracción de oro. En los últimos 15 años, el sector ha trasladado los métodos de extracción desde la amalgamación hacia la cianuración, y hacia la concentración por flotación. Esto ha disminuido drásticamente la producción de oro mediante amalgamación y se puede planificar un trabajo conjunto hacia la minimización del uso de mercurio conforme se implementen medidas tecnológicas mejores.

Portovelo se provee principalmente de material de las minas ubicadas en su territorio y en Zaruma. Sin embargo, el abastecimiento local ha disminuido significativamente tras el cierre de una gran cantidad de minas por el riesgo que representan para la ciudad de Zaruma. Esto ha desencadenado que el sitio minero demande más material de otros sitios de minería MAPE como Pasaje, Santa Rosa, Cariamanga, Céllica, Chito, Chinapintza, entre otros. Además de

estos sitios mineros cercanos, recibe material de Ponce Enríquez, Cumandá, Pacto, Buenos Aires. Esto convierte a Portovelo en el centro del sector minero MAPE de oro del país, y a su asociación APROPLASMIN, en uno de los más importantes actores del sector.



**Foto 20.** Asociación de propietarios de plantas de beneficio



**Foto 21.** Amalgama de Au – planta de beneficio

El sitio minero de Chinapintza, en la provincia de Zamora Chinchipe, a diferencia de Portovelo, es un nuevo sitio minero que nace sin mayor control y en el cual coexisten diferentes actividades mineras. Primero ocurre un nivel de subsistencia, en el cual el minero utiliza las “chanchas” disponibles en el sitio para obtener liquidez en corto plazo. En el sitio minero también se han instalado molinos chilenos y plantas de beneficio, los cuales son utilizados por los mineros, aunque no en su totalidad porque compiten en efectividad y precio con la misma tecnología instalada en Portovelo. En su gran mayoría, el material extraído es cargado en volquetas y trasladado a Portovelo.

La población de Chinapintza es de alrededor de 1500 habitantes, de los cuales al menos la mitad dependen de alguna manera en la minería MAPE de oro. Se han instalado aproximadamente 150 chanchas, diez molinos chilenos y una planta de beneficio con cianuración. El recurso es un mineral duro polimetálico con alto contenido de plata por lo que la amalgama tiene entre 6 a 13 quilates.



**Foto 22.** Chanchas en operación - Chinapintza



**Foto 23.** Amalgama de oro – minero artesanal

El sitio minero Nambija, también ubicado en la provincia de Zamora Chinchipe, fue en su momento el mayor productor de oro del país. A la fecha, quedan propietarios de 68 molinos chilenos representados por ASONAMBIL. Mediante esta asociación, se organizan las cuotas y la búsqueda de permisos para regularizar la actividad de este emblemático sitio de minería MAPE. A diferencia de Chinapintza, en este sitio minero se extrae la totalidad de oro en sitio mediante amalgamación. También se diferencia de Chinapintza en la calidad del oro, pues en Nambija puede superar los 22 quilates.



Foto 24. Implantación de Nambija



Foto 25. Amalgamadora de oro – “Chanchilla”

El uso histórico de mercurio en Nambija le convierte en un sitio clave de estudio, tanto de exposición directa en los mineros como de exposición indirecta en la población de San Carlos asentada “aguas abajo” de Nambija, en la ribera del río San Carlos.

El sitio minero de Nangaritza Alto representa uno de los lugares con mayor actividad minera aluvial no regularizada en el país. Se tienen testimonios de la presencia de hasta 100 retroexcavadoras en el lecho del río en búsqueda de oro. La manera en que se desarrolla esta actividad no utiliza ninguna de las mejores prácticas por lo que se afecta al río de manera significativa. La cuenca alta del río Nangaritza es una zona de gran biodiversidad, con presencia de especies sensibles, que están expuestas a una actividad extractiva sin ningún tipo de control. A esto se le debe sumar que es territorio de la nacionalidad Shuar por lo que también está causando impactos sociales ya que los indígenas participan activamente en la extracción de oro.



Foto 26. Ingreso territorio Arutam



Foto 27. Minería aluvial en río Nangaritza

## 1.4 Principales partes interesadas en el sector MAPE

El sector minero ecuatoriano cuenta con una institución rectora definida: el Viceministerio de Minería que forma parte del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. Esta institución ha sufrido múltiples transformaciones en su infraestructura institucional. Conforme lo indica el “Análisis de Grupos de Interés en MAPE de oro del sur del Ecuador - 2018”, el Ministerio de Energía, Minas y Petróleos se dividió en el Ministerio de Minas y Petróleos y en el

de Energía y Electricidad mediante Decreto Ejecutivo 475 del año 2007. En septiembre de 2009, se cambió el nombre y en cierta medida el enfoque del Ministerio de Minas y Petróleo por el de Recursos Naturales No Renovables; hasta la división de ese ministerio en 2015 en el de Hidrocarburos y el de Minería. Entre 2015 y 2018, el ministerio rector del sector minero busca consolidarse, pero es nuevamente fusionado a los tres ministerios iniciales (Minería, Hidrocarburos y Energía) en una sola entidad como parte del programa de austeridad y eficiencia estatal del actual gobierno central. Esta constante inestabilidad institucional ha afectado la implementación efectiva y eficiente de políticas y programas de Estado.

La Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), con funciones de inspección, auditoría, intervención y sanción, y el Instituto Nacional de Investigación Geológico y Energético (IIGE), encargado de generar, sistematizar y administrar la información geológico-minera-metalúrgica del país, son entidades adscritas al Vice-Ministerio de Minería y completan la institucionalidad minera ecuatoriana. Estas tres entidades trabajan de manera cercana y triangulan sus labores para hacer realidad objetivos sectoriales.

Conforme la identificación del Proyecto TransMAPE, estos actores nucleares se articulan y trabajan coordinadamente con otros entes gubernamentales, entre ellos principalmente, los Ministerios del Ambiente (MAE) y del Trabajo, la Secretaría del Agua (SENAGUA), la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), las Fuerzas Armadas, el Servicio Nacional de Aduanas (SENAE), el Servicio de Rentas Internas (SRI), los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), y otras entidades, por ejemplo, del sector educativo como la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), y la Secretaría Técnica de Capacitación Profesional (SETEC), con objetivos puntuales de formación.

Estas tres entidades (Ministerio de Minería, ARCOM e IIGE) cuentan a todas luces con gran capacidad de influencia en el sector MAPE de oro, tienen gran interés en apoyar su desarrollo a través de la educación y serán grandes contribuyentes en el éxito de Plan de Acción Nacional.

El Ministerio del Ambiente (MAE), máxima autoridad ambiental, tiene a su cargo la expedición de licencias ambientales, para cuyo efecto exige Estudios de Impacto Ambiental a los mineros pequeños, medianos y de gran escala en etapa de explotación y beneficio y fichas mineras a los artesanales. La Secretaría del Agua (SENAGUA) por su parte, y en cercana relación, se articula con el MAE (con quien coincide en nivel jerárquico bajo el Consejo Sectorial de Hábitat y Ambiente) y el Viceministerio de Minería para gestionar el derecho de acceso al agua en territorios mineros.

El Ministerio del Trabajo, en coordinación con el Ministerio de Minería y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), está encargado de emitir normas de carácter técnico en materia de seguridad y salud en el trabajo para minería cuyo cumplimiento es verificado en el territorio por parte de la ARCOM. El IESS, de manera particular, a través del Seguro de Riesgos de Trabajo, cubre las contingencias fruto de actividades laborales (indemnizaciones, incapacidades, pensiones, etc.) para todos los afiliados al Seguro Universal Obligatorio, que para el caso de las zonas mineras analizadas en este documento, se presenta como Seguro Social Campesino.

La ARCOM, el Servicio Nacional de Aduanas (SENAE) y el Servicio de Rentas Internas (SRI) se articulan para efectos de gestionar y mantener un control sobre la comercialización y exportación de minerales desde el Ecuador.

Las Fuerzas Armadas, adscritas al Ministerio de Defensa, como responsables de otorgar permisos de manejo de explosivos para el sector minero, también se articulan con las autoridades sectoriales para su control, al igual que en labores destinadas a combatir la minería ilegal, aspecto en el que juega un papel central la Comisión Especial de Control a la Minería Ilegal (CECMI), conformada en 2011 como una comisión de carácter temporal pero que ha extendido en el tiempo su misión de asesorar, coordinar la ejecución de actividades, diseñar y activar los mecanismos necesarios para combatir esta actividad. De la Comisión hacen parte, entre otros, delegados de los Ministerios del Interior, Defensa, Minería, Ambiente, y la ARCOM, quien hace las veces de Secretaría Técnica.

Organización/Instituto	Nombre	Posición / Cargo
<b>Gobierno</b>		
Ministerio del Ambiente y Agua	Marcelo Mata	Ministro
Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables	Carlos Pérez García	Ministro
Vice-Ministerio de Minería	Fernando Benalcázar Rebeca Illescas Jiménez	Viceministro
Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM)	Andrea Cárdenas Valencia	Directora Ejecutiva
Ministerio de Salud Pública (MSP)	Verónica Espinoza	Ministra
Ministerio de Economía y Finanzas	Richard Martínez	Ministro
Ministerio del Interior	Maria Paula Romo	Ministra
Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)	María Alexandra Ocles	Secretaria
Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)	Humberto Cholango Bolívar Beltrán Gutiérrez	Secretario del Agua Subsecretario
Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE)	Martín Cordovez	Director Ejecutivo
Servicio Nacional de Aduanas (SENAE)	Carlos Andretta Schumacher	Director General
Servicio de Rentas Internas (SRI)	Marisol Andrade Hernández	Directora General
Banco Central del Ecuador (BCE)	Verónica Artóla Jarrín	Gerente General
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)	David Ruales Mosquera	Director Nacional
<b>Industria Privada</b>		
APROPLASMIN	Danilo Castillo	Presidente
Cooperativa Bella Rica	Richard Torres	Gerente
ASONAMBIL	Dalila Calva	Presidenta
Asociación minera 12 de Octubre	Manuel Gaona	Presidente
Mineros Autónomos San Francisco de Muyuyacu	Alfonso Coronel	Presidente
Cooperativa minera Chinapintza	Klermo Armijos	Presidente
<b>No Gubernamental</b>		
Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo industrial (ONUDI)	Xavier Arcos	Representante País
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Arnaud Peral	Representante Residente
Universidad de Machala	Colón Velásquez	Profesor
Universidad Andina Simón Bolívar	Laurence Maurice	Profesora/investigadora
Universidad Católica del Ecuador	Gabriela Yáñez	Investigadora
Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. FIGEMPA U. Central	Gustavo Pinto	Decano
Asociación de Ingenieros de Minas del Ecuador. AIME	René Ayala	Ingeniero Minas
Facultad de Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional	Bernardo Beate	Vulcanólogo
Cámara de minería del Ecuador	Rodrigo Izurieta	Presidente
Cámara de la pequeña minería El Oro	Vicente Encalada	Presidente
Cámara de la pequeña minería Azuay	James Salcedo	Presidente
Cámara de la pequeña minería Zamora	Edwin Cueva	Presidente
Asociación de Jancheras Ponce Enríquez	Abigail Reysancho	Presidenta
Club de madres de Puerto Minero	Andrea Cruz	Representante
Asociación de mineros de Muluncay	Manuel López García	Representante

Elaborado por: AGC, 2019 (información levantado a junio de 2019)

**Tabla 3.** Principales actores involucrados y sus representantes respectivos



La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) se coordina con el Vice-Ministerio de Minería para “orientar la planificación institucional y sectorial que contribuya a una gestión pública transparente y eficiente” (Ministerio de Minería, 2016). Esta articulación parece estar concentrada en el nivel nacional y puede traducirse en apoyo puntual al programa de formación en su búsqueda de legitimidad y respaldo.

El Banco Central del Ecuador (BCE), como poseedor de una opción de preferencia en la compra de oro producido por la minería pequeña y artesanal desde 2009, es un actor relevante para el análisis dado su gran potencial como catalizador de cambios positivos en el sector a través del acceso a precios y mercados justos (la institución compra el oro al precio fijado por la Bolsa de Londres).

Entre las instituciones internacionales que participan de manera activa en la promoción de mejoras tecnológicas, ambientales y sociales en el sector MAPE de oro del país, se encuentran:

1. El PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) trabaja en Ecuador para lograr el desarrollo humano sostenible en el país, impulsando las capacidades y los esfuerzos nacionales para construir una sociedad equitativa a través de la reducción de la pobreza, la promoción de los derechos humanos y la gobernabilidad democrática. Dentro del marco de cooperación de las Naciones Unidas para Ecuador entre el 2015 y el 2018, son relevantes para la MAPE los siguientes ejes: Sostenibilidad ambiental, resiliencia y gestión de riesgos; y desarrollo económico sostenible y equitativo. La entidad, de otro lado, se encuentra involucrada en esfuerzos que apuntan a la eliminación del uso de mercurio en la MAPE de oro.
2. La ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), promueve el desarrollo industrial sostenible e inclusivo para disminuir la pobreza, lograr una globalización inclusiva y la sostenibilidad ambiental de las actividades productivas. En Ecuador sus áreas de interés son el desarrollo del sector productivo, la protección al medio ambiente y la eficiencia energética.
3. El BID (Banco Interamericano de Desarrollo), finalmente, mencionaba como prioridades en su estrategia 2012-2017 a los sectores energía, transporte y logística, acceso a financiamiento, gestión fiscal, sostenibilidad urbana, gestión de riesgos de desastres y recursos naturales y desarrollo rural y social.

## 1.5 Visión general de las prácticas de la MAPE

### 1.5.1 Información de extracción y procesamiento

El sector MAPE de oro en Ecuador ha mecanizado los procesos para el procesamiento y beneficio de mineral. Los procesos de chancado de mineral que en el pasado se hacían de manera manual como práctica en el país fueron descritos en los testimonios de los mineros antiguos como un recuerdo de algo que solía darse en el pasado. En la actualidad, la MAPE de oro cuenta con un sector que se dedica a proveer el servicio de procesamiento y beneficio para los mineros en cada uno de los sitios mineros identificados. Este sector ofrece servicios diferenciados según el tamaño de la minería que se practique, desde cilindros amalgamadores para jancheras, molinos chilenos para pequeñas sociedades de mineros, y plantas de beneficio que incluyen procesos de cianuración e incluso concentración por flotación para propietarios y concesionarios de minas.

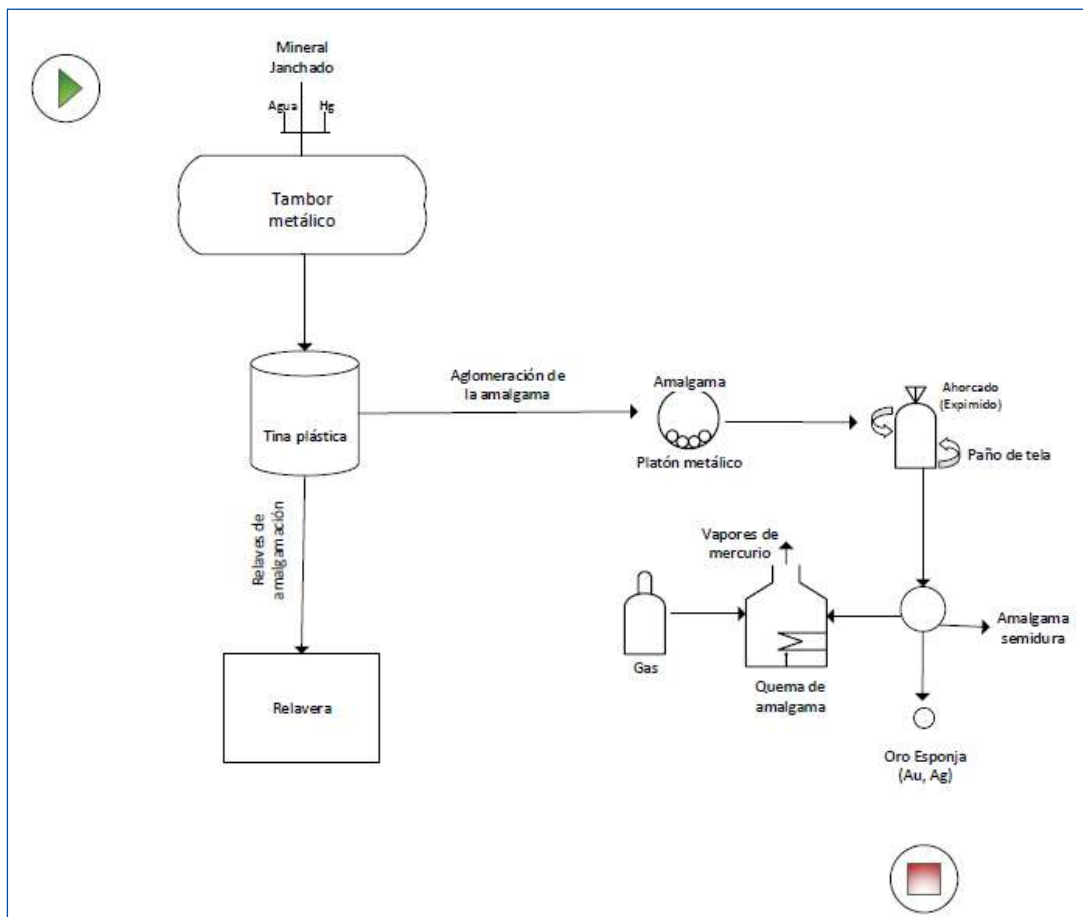
De manera general, se han identificado cuatro procesos básicos que se utilizan en minería primaria y un proceso que se utiliza en minería aluvial:

1. Minería primaria
  - a) Amalgamación en cilindros de molienda – “Chanchas”
  - b) Amalgamación con concentrador gravimétrico – “Chanchilla”
  - c) Amalgamación y cianuración
  - d) Concentración por flotación
2. Minería aluvial
  - a) Concentración con zaranda vibratoria - “zeta”

## Minería Primaria

### a) Amalgamación en cilindros de molienda – “Chanchas”

Los tanques amalgamadores, más conocidos como “chanchas”, representan la práctica de procesamiento más básica y extendida en la MAPE de oro en Ecuador. La chancha es un tambor metálico de 350 cc que gira sobre su eje horizontal impulsado por un motor eléctrico y un sistema de bandas. Cada chancha procesa entre 100 a 150 kg de material mediante el golpe que ocasionan los 180 kg de barras metálicas que golpean al girar el tambor. El tiempo de molienda depende de la dureza del mineral: en sitios mineros como Cumandá donde el material es suave la molienda dura entre 3 a 4 horas, en Ponce Enríquez y Portovelo el tiempo de molienda dura entre 6 a 8 horas, y en sitios mineros donde el mineral es duro y de baja calidad como Chinapintza se registran tiempos de molienda de 12 a 18 horas.



**Figura 10.** Chinapintza. Proceso de las jancheras. Amalgamación

En la **Figura 10** se presenta un diagrama que representa el proceso completo para el procesamiento de oro mediante el uso de chanchas. La primera operación unitaria consiste en moler el mineral para lo cual se carga aproximadamente 100 kg de material, entre 2 onzas y 1 kilo de mercurio, 180 kilos de barras metálicas y se completa con 200 litros de agua aproximadamente. Una vez finalizada la molienda, se recoge el material molido en tinajas plásticas de aproximadamente 50 litros de capacidad. En la tina se batea el material para separar la amalgama de oro-mercurio. Una vez separada la amalgama, se descarta el material molido como relaves mientras la amalgama se platonea. En el platoneo se aglutina el mercurio disponible para luego ser “ahorcado” con una franela de tela. El “ahorcamiento” de la amalgama elimina el exceso de agua y se obtiene un “amalgama semidura”. Entonces, los procesos de molienda, bateo, ahorcado y platoneo permiten obtener la amalgama de oro-mercurio.



**Foto 28.** Trituradora y chanchas



**Foto 29.** Procesos de bateo, platoneo y ahorcado

La quema de la amalgama continúa utilizando como método para obtener el oro esponja por evaporación de mercurio. Actualmente, este proceso ocurre sin el uso de dispositivos de captura de vapores como las retortas (quema a cielo abierto). Si bien el país implementó las retortas de manera extendida a finales de la década de los noventa, este dispositivo se ha eliminado rápidamente desde el año 2015 tras la entrada en vigor de la prohibición del uso de mercurio en minería. Para los técnicos de las instituciones de control, principalmente ARCOM, es evidente el uso de mercurio cuando encuentran una retorta. Después de más de tres años de la aplicación de esta disposición legal, son muy pocos los mineros que cuentan con retortas.



**Foto 30.** Bateo



**Foto 31.** Platoneo

La quema de amalgama de oro-mercurio que ocurría de manera centralizada en las plantas de beneficio se ha dispersado debido a los controles de la autoridad. Existen testimonios de quema en viviendas y en lugares apartados para evitar el control.



Foto 32. Amalgama de oro-mercurio



Foto 33. Retorta artesanal

### b) Amalgamación con concentrador gravimétrico – “Chanchillas”

El proceso de concentración gravimétrica es una mejora tecnológica implementada de manera exclusiva en el sitio minero de Nambija. En este lugar, todo el oro es obtenido mediante procesos de amalgamación lo que no ocurre en ningún otro sitio minero del país. La implementación de esta mejora tecnológica minimiza la descarga de mercurio a nivel de operación unitaria. Lamentablemente, este proceso no se ha complementado por lo que todo el mercurio incorporado al proceso, se libera eventualmente al ambiente al completar varios procesos.

En la **Figura 11** se presenta el diagrama que describe el proceso para la producción de oro mediante el uso de concentrador gravimétrico llamado localmente como “Chanchilla”. El sistema de molienda que se utiliza de manera generalizada en Nambija es de ruedas conocido localmente como molino “chileno”. Estos molinos tienen la capacidad de moler entre 8 a 20 toneladas de mineral por día. Las ruedas giran sobre una pista a la que se adiciona agua y roca de manera continua. Las ruedas aplastan la roca reduciendo su tamaño hasta que se convierte en arena. El movimiento continuo permite “asentar” el mineral más pesado en el fondo de la pista y el resto de la arena sale a través de un tamiz hacia los canales inferiores. Sobre los canales se colocan alfombras para recuperar el oro sedimentable que sale en esta fracción del molino. Las arenas que salen de los canales se depositan en tanques sedimentadores. El agua que sale de los sedimentadores se descarga a la quebrada en sitios mineros como Nambija y Chinapintza, y se recicla en sitios mineros como Portovelo y Ponce Enríquez. Las arenas que se acumulan en el sedimentador son conocidos como relaves. En el caso de Nambija, los relaves se descargan a la quebrada junto con el agua. En el resto de los sitios mineros, los relaves se almacenan para luego ser vendidos a procesadores que incorporan este material a la cianuración. Es posible que se adicione mercurio en el molino pues se registraron testimonios de que se ha aplicado esta técnica. Sin embargo, en caso de ocurrir, es una práctica poco común ya que la fracción que no se recupera en la pista y en las alfombras se asume como un oro que está adsorbido en la matriz y que es más eficiente su extracción mediante cianuración.

El material que se acumula en la pista se retira al final de cada batch de mínimo 20 toneladas y en promedio cada 100 toneladas. Este material se carga a la “chanchilla” con agua y mercurio y se concentra durante unas dos horas. Al final del proceso, se descarga el agua y el mineral por un sifón lateral, lo que permite que la amalgama se asiente en la base de la chanchilla. La amalgama se recoge, se platonea y ahorca, para luego ser quemada y así obtener el oro esponja.

El material que se recoge en las alfombras se incorpora a las chanchillas junto con el material de pista por lo que el oro que se recoge tras el ahorcamiento es el total. En otros *sitios* mineros distintos a Nambija se utiliza la chancha en lugar de la chanchilla para concentrar el oro.



Foto 34. Mineral para molienda en planta de cianuración



Foto 35. Tanques cianuradores y molino de bolas

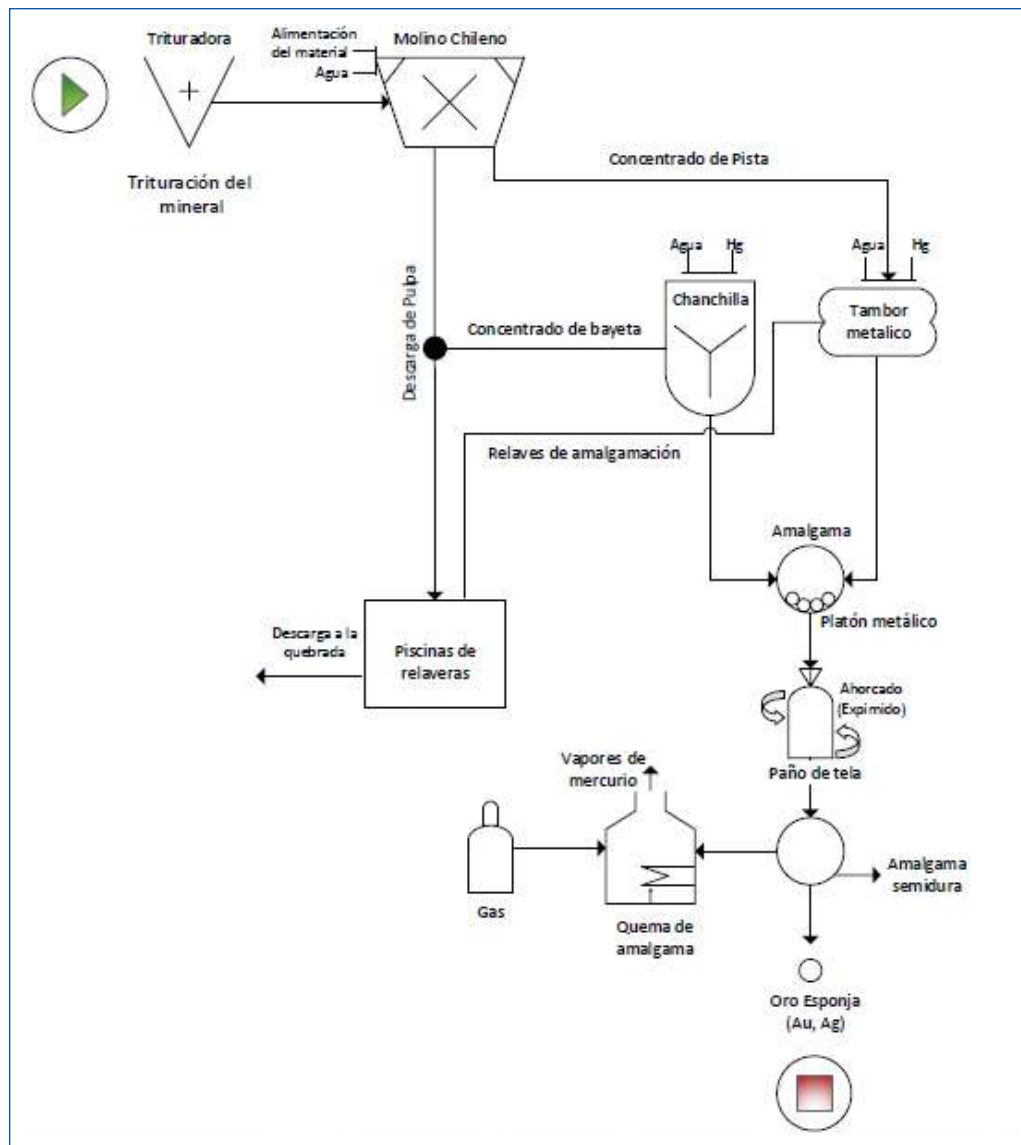


Figura 11. Nambija. Planta de amalgamación



Foto 36. Molino de Ruedas – Molino “Chileno”



Foto 37. Canalones del molino chileno



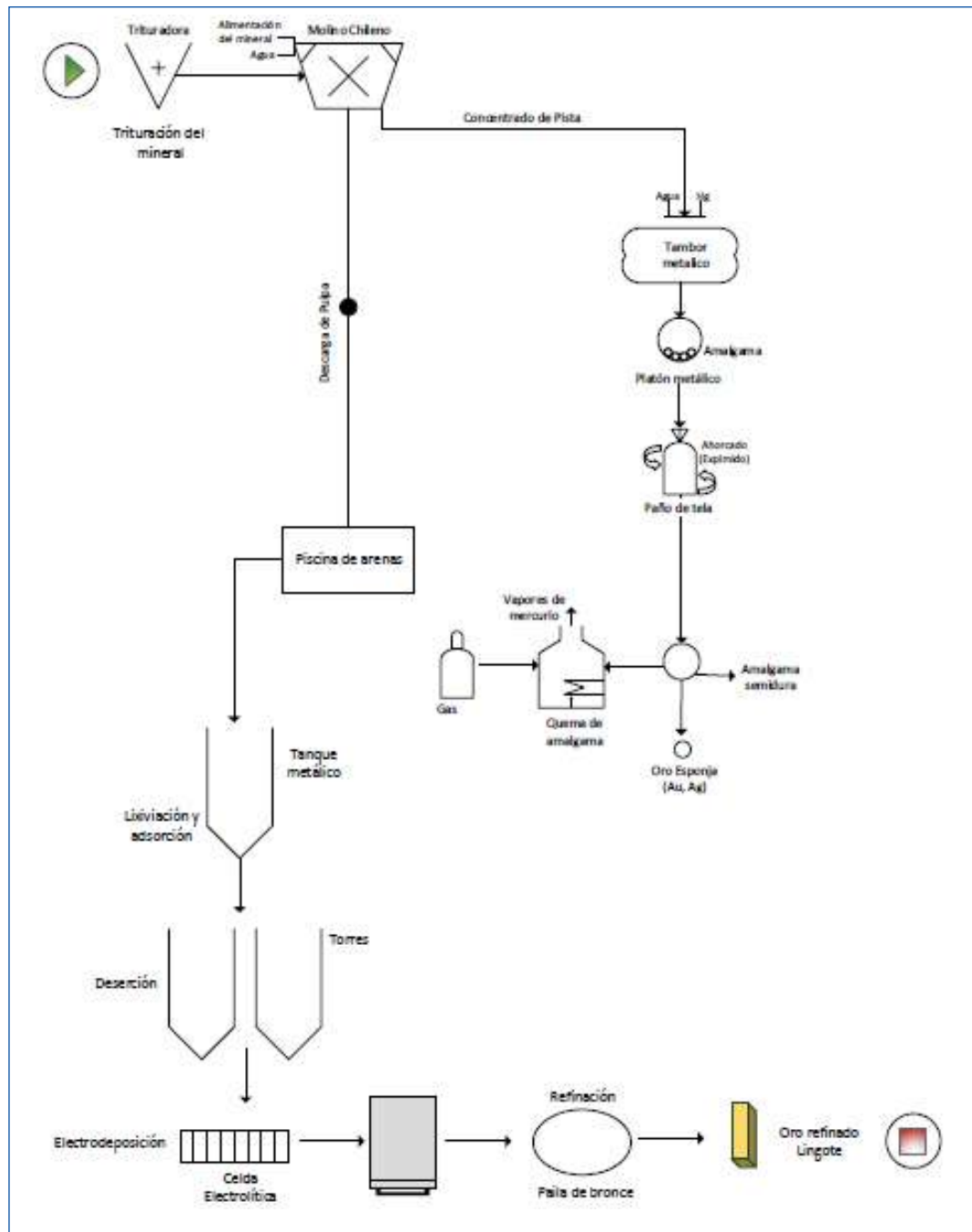
Foto 38. “Chanchilla”



Foto 39. Descarga de chanchilla

### c) Amalgamación y cianuración

La cianuración es un proceso que se ha ido incorporando en el país desde hace aproximadamente dos décadas, y en la actualidad es una práctica extendida en el sector MAPE de oro en el país. La principal restricción de esta técnica para el modelo de extracción es la cantidad de material que requiere para funcionar pues los tanques más pequeños requieren una carga mínima de 5 toneladas. Por lo tanto, dificulta el acceso a mineros artesanales pequeños quienes acuden a la “chancha” como método preferido de extracción de oro. A pesar de esta restricción, no se ha limitado la incorporación de esta técnica ya que se ha creado un “mercado” de arenas amalgamadas o arenas de molino chileno que se venden a las procesadoras de cianuro. Esto funciona especialmente para los dueños de las plantas de “chanchas”, quienes dan el servicio “gratis” a los mineros artesanales a cambio de quedarse con las arenas resultado de estos procesos. Las ganancias de estas plantas resultan de la venta del mineral a las plantas cianuradoras.



**Figura 12.** Portovelo. Proceso de cianuración y amalgamación

La venta de arenas o relaves representa en gran medida la dinámica del funcionamiento de sitios mineros pequeños y alejados que extraen el oro “libre” mediante amalgamación, y dependen de la capacidad de Portovelo y Ponce Enríquez para la extracción del oro “fino”. Sin embargo, la mayor capacidad de extracción se encuentra en las plantas precisamente de estos dos sitios mineros que muelen directamente en sus plantas. La capacidad de producción por este método es de ocho a nueve veces mayor a la capacidad que tiene la amalgamación.



Foto 40. Planta de cianuración tipo



Foto 41. Relaves de molino chileno

En la **Figura 12** se presenta el proceso para producción de oro mediante amalgamación y cianuración. La amalgamación se da en el material que se acumula en la pista del molino chileno, mientras que el gran volumen de material se procesa en los tanques de cianuración. Una diferencia importante al utilizar la cianuración ocurre en el proceso de refinación ya que se extrae el oro por quema ácida. Es decir, las plantas de beneficio tienen la posibilidad de extraer el oro de la pista del molino chileno sin necesidad de amalgamar en las chanchas. No es una práctica extendida pero los mineros entrevistados conocen de esta posibilidad y saben cómo utilizarla. Por lo tanto, la barrera para su implementación está más relacionada con la costumbre que con la capacitación.



Foto 42. Recuperación de oro mediante láminas de cinc



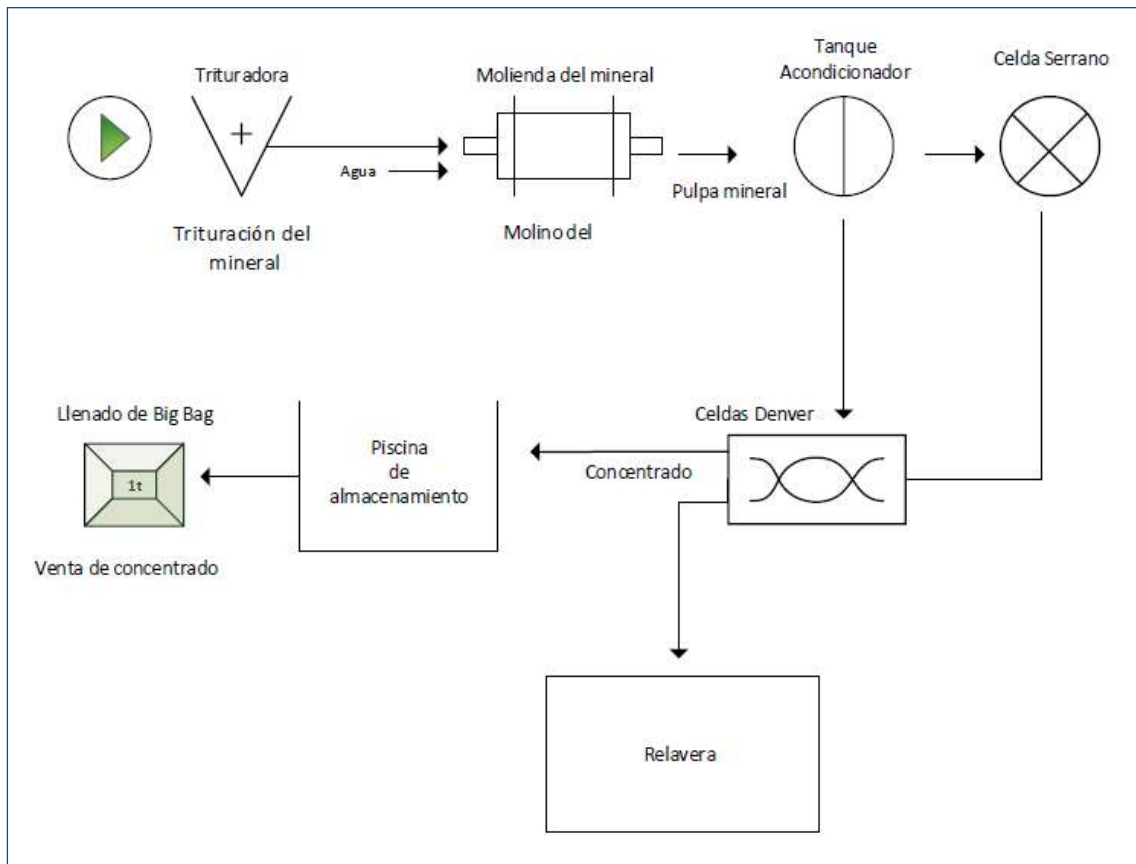
Foto 43. Quema de láminas de cinc con ácido

#### d) Concentración por flotación

En este tipo de plantas de beneficio, el mineral es reducido mediante molinos de bolas, el cual es un sistema continuo en base seca, y del cual no se puede extraer mineral para utilizar las chanchas. Mediante bandas continuas, el mineral es cargado a tanques acondicionadores donde se aplican los químicos que separan el oro de la matriz y le permiten flotar. El fluido pasa a procesos que separan las espumas o material flotante en celdas tipo “serrano” o celdas tipo “Denver”. El material flotante pasa a la piscina de concentración para su acumulación y empaque para exportación, mientras el mineral que se asienta en las celdas es acumulado en relaveras.

Este sistema se utiliza en minerales de baja concentración, incluso relaves de procesos de cianuración. No se utiliza mercurio pues es un sistema de ciclo continuo y no es posible obtener doré en el país, pues el beneficio se hace en hornos de fundición que no existen en el territorio.





**Figura 13.** Portovelo. Proceso de flotación



**Foto 44.** Flotación – celdas “Serrano”



**Foto 45.** Flotación – celdas “Denver”

## Fundición

Es común encontrar “cuartos de fundición” como parte de las instalaciones de las plantas de beneficio tanto de Portovelo como de Ponce de Enríquez. Constituyen en su mayoría cuartos independientes con un mayor nivel de seguridad y de acceso restringido. En la fundición están involucrados usualmente los dueños de las plantas o algún técnico de confianza de los propietarios. La instalación incluye una campana de extracción, tanques de gas y oxígeno a presión, sopletes, recipientes de cerámica, sal en grano y bórax.



Foto 46. Recuperación con Ácido



Foto 47. Fundición – recuperación ácida

La fundición ácida es común en plantas de beneficio con procesos de cianuración. El mineral se recupera en láminas de cinc o mediante procesos de elusión con carbón activado, alcohol y precipitación electrostática. El material que se obtiene de este proceso se disuelve en ácido nítrico para luego ser fundido a aproximadamente 1000 °C al aplicar calor con un soplete. La adición de sal y bórax se hace de manera manual sin seguir un método específico. Básicamente, la cantidad de bórax añadido depende del criterio del especialista en fundición mientras dura este proceso que dura aproximadamente diez minutos. En este tipo de fundición, se adiciona plata metálica ( $Ag_2$ ) para optimizar la extracción de oro. Finalmente, se coloca el oro fundido en placas de piedra para que se enfríe y adquiera su forma de lingote.



Foto 48. Oro fundido



Foto 49. Minerales recuperados - plata (Ag) y Oro (Au)

La fundición de oro “esponja” que resulta del proceso de amalgamación es similar a la fundición de concentrados de cianuración. En minería artesanal, se acumulan varias “bolas” de oro esponja hasta tener una cantidad que justifique la fundición. Según los criterios recogidos durante la visita de campo, a mayor cantidad de oro en la fundición, mejor es la calidad del oro que se obtiene por lo tanto una mejor remuneración.



Foto 50. Oro fundido



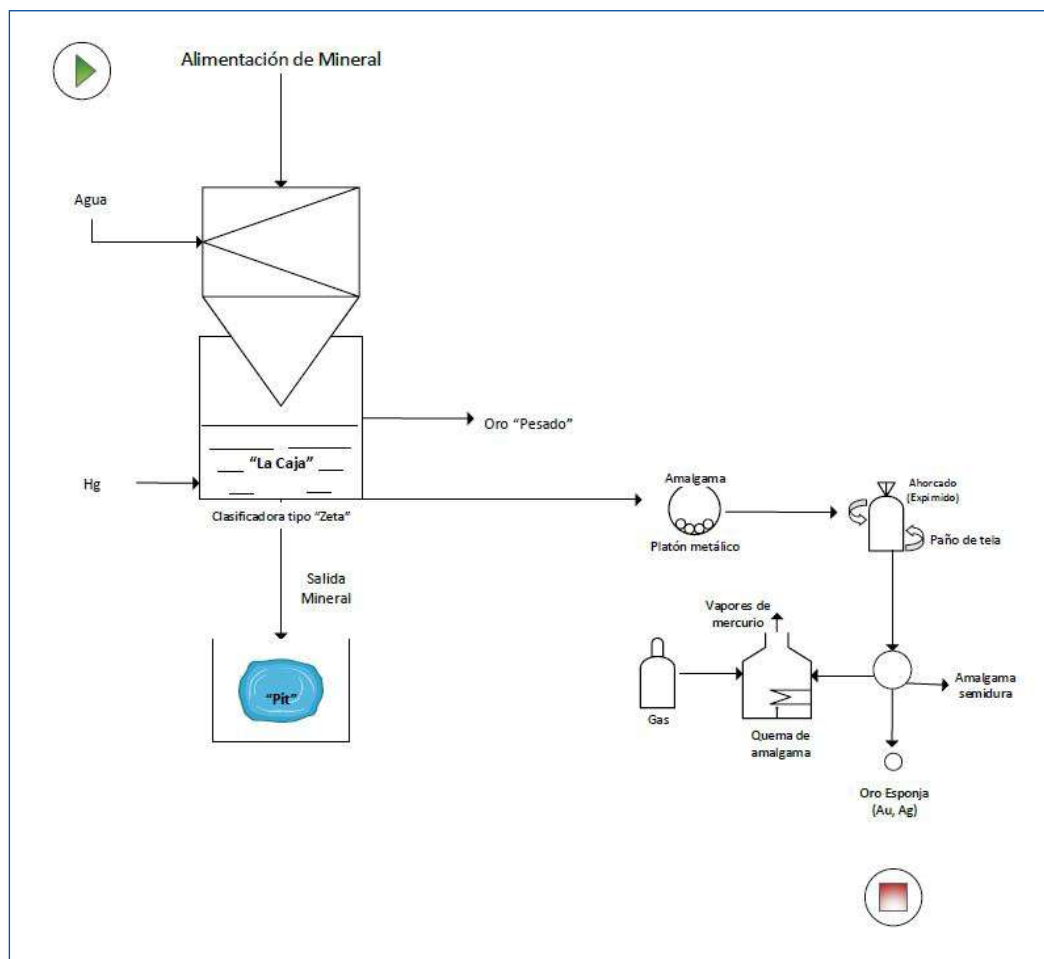
Foto 51. Minerales recuperados - plata (Ag) y Oro (Au)

El oro esponja se coloca en un recipiente de cerámica, se adiciona sal y bórax y se funde con soplete a una temperatura aproximada de 1000 °C. El mercurio contenido en la amalgama se evapora y se extrae a través de la campana de extracción para luego ser descargado al ambiente. Las campanas no cuentan con sistemas de tratamiento o recuperación de mercurio ni para el resto de contaminantes que resultan de la fundición. Este dispositivo reduce la exposición del personal de fundición pero no evita que el fundidor esté expuesto a los vapores del mercurio.

## Minería Aluvial

### a) Concentración con zaranda vibratoria - “zeta”

La actividad minera que aprovecha recursos de tipo “aluvial” utiliza de manera casi exclusiva la concentración de mineral en concentradoras vibratorias tipo “zeta”. Este proceso utiliza la fuerza vibratoria para separar el oro “libre” de las rocas en zarandas de dos o tres segmentos, ubicadas una bajo la otra en una disposición que se asemeja a la letra “Z” por lo que recibe este nombre. Para fluidizar el proceso, se introduce agua a presión para lavar el suelo y homogeneizar la distribución del mineral en zaranda. La roca lavada sale de la zaranda por el lado opuesto al punto de carga y el oro se acumula en la base de la misma en una caja que permanece bajo llave.



**Figura 14.** El Dorado. Proceso aluvial – concentración en zaranda tipo zeta

En la caja de la zaranda también se acumula el oro “liviano” junto con impurezas, por lo que aplican mercurio en el canal de ingreso de este compartimento con el fin de promover la formación de amalgama oro-mercurio. La amalgama es separada del concentrado por platoneo y quemada al aire para la obtención del oro esponja.



Foto 52. Carga de mineral a zaranda tipo Zeta



Foto 53. Minería aluvial

## 1.5.2 Estado legal y regulatorio

El sistema legal y regulatorio del Ecuador puede ser jerarquizado mediante la “pirámide kelseniana”. Esta pirámide sitúa a la constitución en el pico y forma descendente las normas jurídicas de menos jerarquía, no habiendo organismo alguno que pueda modificarlos. En el artículo 425 de la Constitución se establece el orden jerárquico de aplicación de las normas conforme se presenta en la **Figura 15**.

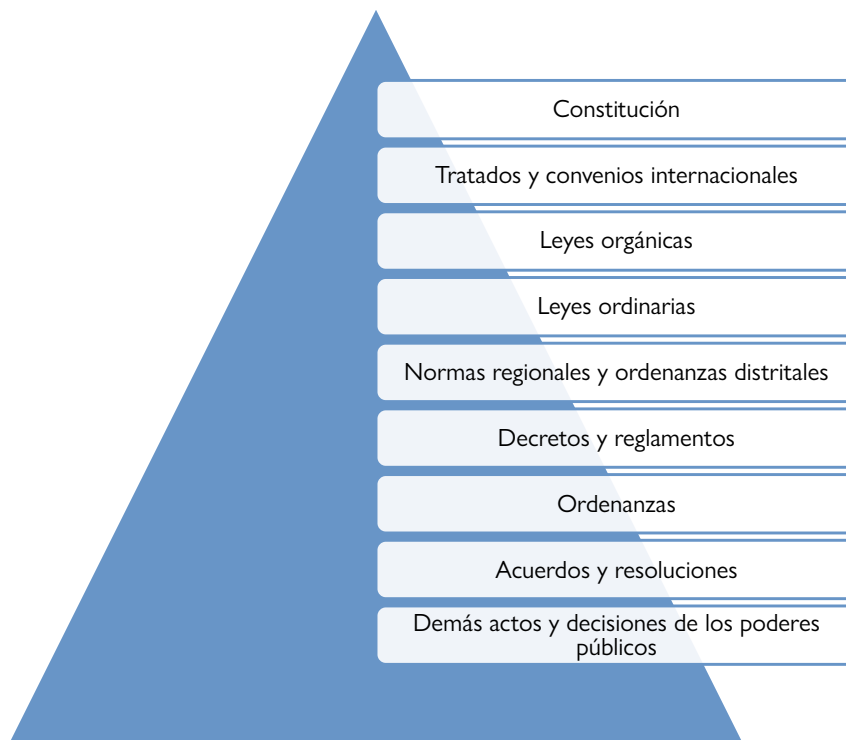


Figura 15. Pirámide Kelseniana Ecuador – Art 425 de la Constitución

## Constitución de la República

De acuerdo al artículo 1 de la Constitución, se establece que los recursos naturales no renovables del territorio del Estado pertenecen a su patrimonio inalienable, irrenunciable e imprescriptible. Los yacimientos minerales, al ser recursos naturales no renovables, son parte de los sectores estratégicos, los cuales corresponden a la decisión y control exclusivo del Estado, por su trascendencia y magnitud que tienen en la decisiva influencia económica, social, política y ambiental.

En el artículo 57 numeral 6, se reconoce y garantiza a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas la participación en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales no renovables que se hallen en sus tierras, tipificado como derecho colectivo.

Con relación al impacto ambiental en el aprovechamiento de los recursos naturales, el artículo 395 de la Constitución, reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Finalmente, el Artículo 407 prohíbe todo tipo de actividad minera (metálica) en cualquiera de sus fases en áreas protegidas, centros urbanos y zonas intangibles.

## Ley de Minería

La ley de minería tiene jerarquía de ley orgánica, lo que le otorga al sector minero la más alta jerarquía normativa del país luego de la Constitución. En su capítulo segundo, en esta ley se definen los criterios para la formulación, ejecución y administración de la política minera. En su artículo 4 atribuye al Presidente de la República, la definición y dirección de la política minera del Estado. Establece también, que el Estado será el encargado de administrar, regular, controlar y gestionar el desarrollo de la industria minera, priorizando el desarrollo sustentable y el fomento de la participación social.

La Ley de Minería, mediante el Artículo 6, establece las obligaciones del órgano rector y planificador del sector minero (Ministerio de Minería). Se establece que a dicho órgano le corresponde la aplicación de políticas, directrices y planes aplicables en las áreas correspondientes para el desarrollo del sector, de conformidad con lo dispuesto en la Constitución y la ley, sus reglamentos y los planes de desarrollo que se establezcan a nivel nacional. Se menciona que el Estado establecerá mecanismos de fomento, asistencia técnica, capacitación y de financiamiento para el desarrollo sustentable para la minería artesanal y pequeña minería. Así mismo, establecerá sistemas de incentivos para la protección ambiental y generación de unidades productivas más eficientes.

El Artículo 8, establece a la Agencia de Regulación y Control Minero como el organismo técnico-administrativo, encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, auditoría, intervención y control de las fases de la actividad minera que realicen la Empresa Nacional Minera, las empresas mixtas mineras, la iniciativa privada, la pequeña minería y minería artesanal y de sustento, de conformidad con las regulaciones de esta ley y sus reglamentos.

El Artículo 49 del mismo cuerpo legal, menciona que el oro proveniente de la pequeña minería y de la minería artesanal será sometido a comercialización mediante el Banco Central del Ecuador; quien de forma directa o por intermedio de agentes económicos públicos y privados previamente autorizados por el Banco.

Mediante el Artículo 69 se prohíbe el trabajo de niños, niñas o adolescentes a cualquier título en toda actividad minera.

En cuanto a las obligaciones ambientales, el Artículo 78 menciona que, en el régimen de minería artesanal, se requerirá la aprobación de fichas ambientales, en tanto que, bajo el régimen de pequeña minería, la licencia ambiental deberá otorgarse para operaciones de exploración/explotación simultáneas debiendo contarse para el efecto con estudios ambientales específicos y simplificados. Adicionalmente, el Artículo 79 establece que en caso de uso de aguas para los trabajos y procesos (previa autorización de la autoridad única del agua), los mineros artesanales deben devolverlas al cauce original del río o a la cuenca del lago o laguna de donde fueron tomadas, libres de contaminación o cumpliendo los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental y del agua vigentes. Además, es obligatoria la reutilización del agua para los concesionarios.

El Artículo 135 establece, para la minería artesanal (minerales metálicos), una capacidad máxima de producción de 10 toneladas por día en minería subterránea y 120 metros cúbicos por día en minería de aluviales.

En el artículo 138 se define la capacidad de producción bajo el régimen de pequeña minería:

- a) Para minerales metálicos: hasta 300 toneladas por día en minería subterránea; hasta 1000 toneladas por día en minería a cielo abierto; y, hasta 1500 metros cúbicos por día en minería aluvial;
- b) Para minerales no metálicos: hasta 1000 toneladas por día; y,
- c) Para materiales de construcción: hasta 800 metros cúbicos para minería en terrazas aluviales; y, 500 toneladas métricas por día en minería a cielo abierto en roca dura (cantera)

### **Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería**

En la jerarquía kelseniana, este reglamento se encuentra en un sexto lugar, por debajo de Normas Regionales, pero sobre Ordenanzas de carácter municipal. Mediante este Reglamento se establece la normativa necesaria para la aplicación de la Ley de Minería.

El Artículo 2 reconoce y promueve el ejercicio del derecho a la asociación en el régimen especial de pequeña minería y minería artesanal, bajo las modalidades de cooperativas, asociaciones, condominios y microempresas. El Artículo 12, establece la obligación de presentar manifiestos anuales de la explotación minera (pequeña minería), que tendrán el carácter de declaraciones juramentadas, en las que se indicarán los volúmenes explotados y la ley promedio del mineral y será presentada al ARCOM.

El Artículo 14 (pequeña minería) y el Artículo 25 (minería artesanal) establecen que los contratos que celebren los titulares de derechos mineros, con operadores o terceros para la realización de actividades mineras en pequeña minería y en sus distintas fases, incluirán estipulaciones expresas sobre responsabilidad socio ambiental, participación estatal, laboral, tributaria, de seguridad minera y de mediación y arbitraje contempladas en la Ley, a las que se encuentren obligadas las partes, sus operadores o subcontratistas y estarán sujetas al marco regulatorio que para el efecto dicte el Ministerio de Minería.

El Artículo 15 establece que bajo el régimen especial de pequeña minería se podrá celebrar toda clase de contratos mineros. Mientras que el Artículo 16 determina que los titulares de concesiones mineras en pequeña minería sean personas naturales o jurídicas, podrán efectuar cesiones y transferencias respecto de los derechos que emanan de las mismas, las que podrán ser totales o parciales. Dichas cesiones y transferencias, para su validez, requieren de la autorización de la Agencia de Regulación y Control Minero y están sujetas al cumplimiento de la obligación de inscripción en el registro minero correspondiente.

El Artículo 19 establece que las actividades de minería artesanal no están sujetas al pago de regalías ni de patentes debido a su naturaleza especial de subsistencia. Adicionalmente, se menciona que el Ministerio de Minería podrá otorgar permisos para realizar labores de minería artesanal, por un plazo de duración de hasta diez años y se prohíbe el otorgamiento de más de un permiso a una misma persona para actividades en minería artesanal.

El Artículo 26 establece que el Estado fomentará el desarrollo de la pequeña minería y minería artesanal, siempre que estas actividades se encuentren en condiciones de regularidad legal. Para lo cual el Ministerio de Minería desarrollará e implantará de manera participativa con los actores del sector, el Plan Estratégico Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Pequeña Minería y Minería Artesanal.

El Artículo 27 menciona el establecimiento en un Programa Integral de Asistencia Técnica e Innovación Tecnológica, orientado, entre otras acciones, prioritariamente a la gestión integral asociada al desarrollo minero sustentable; procesamiento de minerales; diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de relaves, manejo adecuado de reactivos y desechos peligrosos, cierre de actividades mineras y, desarrollo y aplicación de tecnologías limpias aplicables a la escala de la minería nacional, artesanal y pequeña minería, e incluirá tanto el fortalecimiento institucional, organizacional y tecnológico de las autoridades de gestión y control del sector minero como de los operadores mineros en sus respectivas asociaciones y organizaciones gremiales legalmente reconocidas.

El Artículo 37 establece que los titulares de derechos mineros bajo el régimen especial de pequeña minería y minería artesanal deberán adoptar en sus operaciones procedimientos mediante los cuales se evite el uso de mercurio o emplear sistemas de recuperación de ese metal que coadyuven al manejo adecuado de esta sustancia.

### **Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario**

Este Cuerpo Legal tiene relación directa con la minería artesanal, tomando en cuenta que esta actividad se enmarca en el desarrollo de actividades económicas para la satisfacción de necesidades básicas, empleo y competencia laboral y comercial. El fundamento de la economía popular y solidaria radica en la asociatividad, conforme el artículo 18, como el conjunto de asociaciones constituidas por personas naturales con actividades económicas productivas similares o complementarias, con el objeto de producir, comercializar y consumir bienes y servicios lícitos y socialmente necesarios, auto abastecerse de materia prima, insumos, herramientas, tecnología, equipos y otros bienes, o comercializar su producción en forma solidaria y auto gestionada (Asamblea Nacional, 2011).

### **Estado Actual de la Regularización del Sector MAPE de oro**

Uno de los principales lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero es “impulsar procesos de asociatividad entre pequeños mineros y mineros artesanales, para la explotación, el beneficio, la comercialización y el manejo de residuos minero-metalúrgicos. Esta política ha facilitado la incorporación de otras políticas socio – ambientales en el sector MAPE de oro regularizado, pero lamentablemente ha dejado a la mayoría de los mineros artesanales sin posibilidad de regularizarse. En la actualidad, ser minero artesanal es casi equivalente a ser minero ilegal. En el largo plazo, este lineamiento permitirá mantener una base de mineros regularizada. Pero en el camino, el proceso toma tiempo, y muchos mineros permanecerán como ilegales y sin acceso a los beneficios que otorga actualmente el Estado ecuatoriano a través del Vice-Ministerio de Minería.

La inclusión de género en actividades mineras es un tema aun por desarrollar, pues las mujeres continúan realizando actividades tradicionalmente asignadas como cargos administrativos y demás. Es importante resaltar que en algunos sectores mineros es significativa la presencia de las mujeres “jancheras”, personas que recogen rocas con bajo contenido de mineral de las escombreras, quienes incluso se han asociado formalmente, sin embargo, no han alcanzado su regularización como mineros artesanales (INIGEMM, 2015).

### 1.5.3 Liderazgo y organización de MAPE a nivel nacional y local

#### Gobernanza Formal

En Ecuador se ha promovido la regularización de la minería artesanal desde el año 2013, año en el cual se emitió la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley de Minería. En mayo del 2018, se socializó el Plan de regularización de minería artesanal que pretendía el beneficio de 22 representantes de gremios, asociaciones y cámaras del sector minero industrial y pequeña minería. El objetivo del plan es regularizar, controlar e impulsar la implementación de buenas prácticas en las labores de minería artesanal en el territorio ecuatoriano. A su vez incentivó la asociatividad entre mineros artesanales para que puedan acceder al régimen de pequeña minería (Agencia de Regulación y Control Minero, 2018).

Adicionalmente, a través del Proyecto de Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo de la Pequeña Minería y Minería Artesanal (PMCT PMyMA), desde el 2010 se ha desarrollado un proceso de capacitación en aspectos técnicos y sociales a pequeños mineros y mineros artesanales, de varios sectores del país con el fin de contribuir a un mejoramiento de los procesos que involucran las actividades mineras. En la **Tabla 4** se detallan las poblaciones beneficiadas por los procesos de capacitación (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016).

N. Personas capacitadas	Cantón	Provincia
891	Camilo Ponce Enríquez	Azúay
36	Cuenca	
367	Portovelo	El Oro
968	Zamora	Zamora Chinchipe
85	Yacuambi	
246	Paquisha	
123	Yantzaza	
29	Ambato	Tungurahua
27	Macará	Loja
21	Esmeraldas	Esmeraldas
94	Quinindé	
52	Macas	Morona Santiago

**Tabla 4.** Poblaciones Beneficiarias de capacitaciones realizadas por el INIGEMM 2010-2015. Fuente: INIGEMM-PMCT-PMyMA

En cuanto a las agrupaciones de la comunidad MAPE en Ecuador, en el año 2000 el 50% correspondía a concesionarios, el 20% a cooperativas, el 12% a condominios, el 10% representaban asociaciones de derecho y el 8% asociaciones de hecho (Sandoval, 2001). En 2015, de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo Minero, se contaban con 859 asociaciones de pequeñas mineras formalizadas y la meta a alcanzar para el 2020 era de 2559 asociaciones (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016).

Existe una Cámara de la Pequeña Minería del Ecuador ubicada en la Parroquia la Providencia en Machala. Mediante esta organización se pretende encauzar a las personas naturales y jurídicas que se dediquen a la exploración, explotación, beneficio, concentración, fundición, refinación y comercialización de minerales metálicos y no metálicos. Adicionalmente, se pretende proporcionar servicios de información en consultas legales, técnicas ambientales para el desarrollo de la pequeña minería, canalizar por medio de la Cámara, el asesoramiento socio-organizativo, técnico, legal, ambiental, la colaboración institucional, la elaboración de proyectos, la búsqueda de créditos, nacionales y de organismos multilaterales. Se busca organizar ferias, exposiciones y demás actos que tiendan a la fusión de las actividades geológicas-mineras.

Por otro lado, se propicia tanto capacitar a los socios en aspectos técnicos, empresariales y ambientales como coordinar y desarrollar proyectos que vayan en beneficio de las comunidades donde se desarrolla la actividad minera.



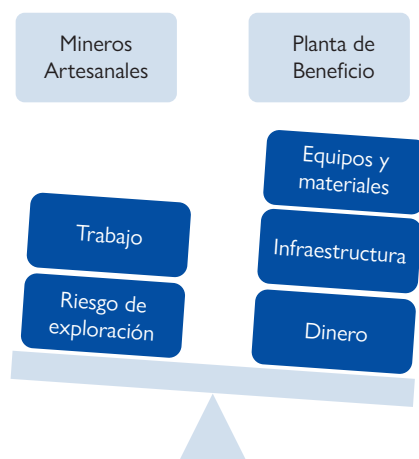
Se pretende mantener relaciones con organizaciones e Instituciones afines, estudiar, recomendar y posibilitar la celebración de tratados, acuerdos, convenios o asociaciones con organismos nacionales e internacionales relacionados con la actividad minera. Organizar las Cámaras Provinciales y Cantonales y coordinar su funcionamiento, organizar y participar en eventos de intercambio de experiencia con mineros de otros países. Además, se promueven las capacitaciones a los trabajadores con temas sobre seguridad minera. Finalmente se propicia la organización, capacitación y coordinación de los comités de Mujeres Mineras a nivel Cantonal, Provincial y Nacional (idealist, 2005).

### Gobernanza informal

El sector MAPE de oro ha evolucionado sus prácticas y ha estructurado su organización en base a las condiciones del mercado y a las exigencias normativas nacionales. Para adaptarse al mercado, el sector ha creado una estructura piramidal que le permite minimizar el capital de riesgo a costa del capital de trabajo. En la base de la pirámide se encuentran los mineros artesanales que usualmente trabajan mediante sociedades en las que participan mínimo cuatro socios. Los socios se distribuyen el trabajo de manera equitativa en lo que respecta a provisión de insumos y materiales, mano de obra, transporte, seguridad y beneficio. Cada socio trabaja una semana al mes con una cuadrilla de 4 a 7 trabajadores, dentro de los cuales se incluye un trabajador “experto” en voladuras.

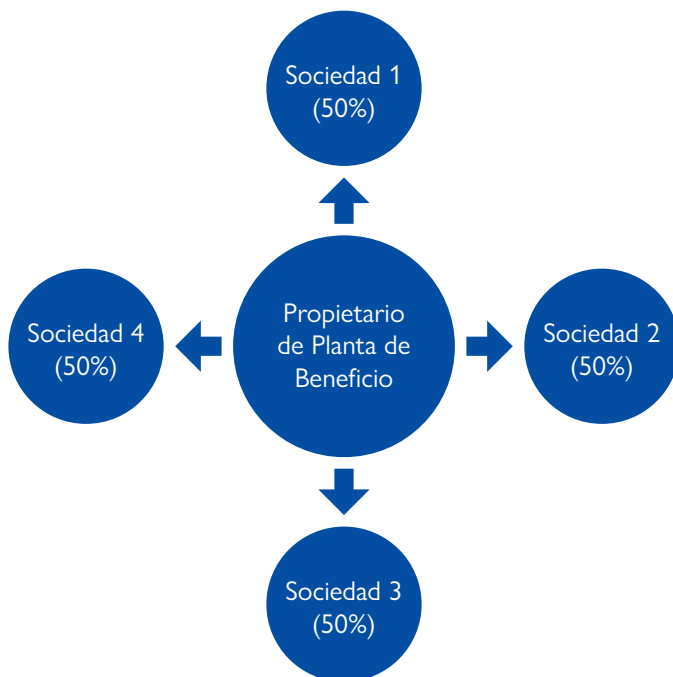
Este modelo de trabajo permite a cada sociedad extraer aproximadamente 20 toneladas de material al mes, cuando el acarreo dentro de la mina es individual; y 10 toneladas de material al día, cuando el acarreo dentro de la mina se realiza con “burras” (carros mineros con ruedas neumáticas que cargan media tonelada por viaje). El material se acumula durante dos o tres meses para luego ser transportado a los sitios mineros de Zaruma – Portovelo (principalmente) y Ponce Enríquez. En estos sitios mineros, los socios alquilan las plantas de beneficio para extraer el oro. En este modelo, los socios se encargan de operar la maquinaria y extraer el oro. En promedio, el pago a la planta es de 2 a 5 gramos de oro por tonelada. Las plantas incluyen, en su mayoría, sorbonas de fundición. Una vez obtenido el doré, un oro de 90 al 95% de pureza, se paga a la planta y se distribuyen las ganancias.

Esta forma de trabajo coloca todo el riesgo en los socios, ya que ellos deben pagar por todos los equipos, personal y servicios que se requieren para producir oro. Si bien, existe este tipo de sociedades que operan de manera independiente, ellas son las menos comunes porque la intensidad de capital requerido normalmente supera la capacidad de inversión de los socios. Cuando esto sucede, los socios acuden a actores de la MAPE de oro con mayor capacidad económica para solventar los gastos. En la mayoría de los casos, esta capacidad está asentada en los propietarios de las plantas de beneficio y en los comerciantes de oro. Para los propietarios de las plantas de beneficio, este modelo les brinda doble beneficio: su costo de inversión es menor, porque usualmente aportan insumos y maquinaria; y se aseguran material para ser procesado en su planta de beneficio, como se puede observar en la **Figura 16**.



**Figura 16.** Estructura de aporte a sociedad minera “tipo” entre plantas de beneficio y mineros artesanales

En este modelo de sociedad, el propietario de la planta puede llegar a aportar todos los insumos, materiales, e incluso capital en forma de salarios y aportes a la seguridad social durante el tiempo de exploración y explotación. El acuerdo inicia con un 50% de participación para el propietario de la planta de beneficio, y un 50% de participación para los socios. Sin embargo, esta proporción usualmente disminuye para los socios y llega al 80/20 en promedio ya que el propietario de la planta de beneficio les descuenta el dinero invertido durante el tiempo de explotación, incluido un interés mensual por el costo de capital.



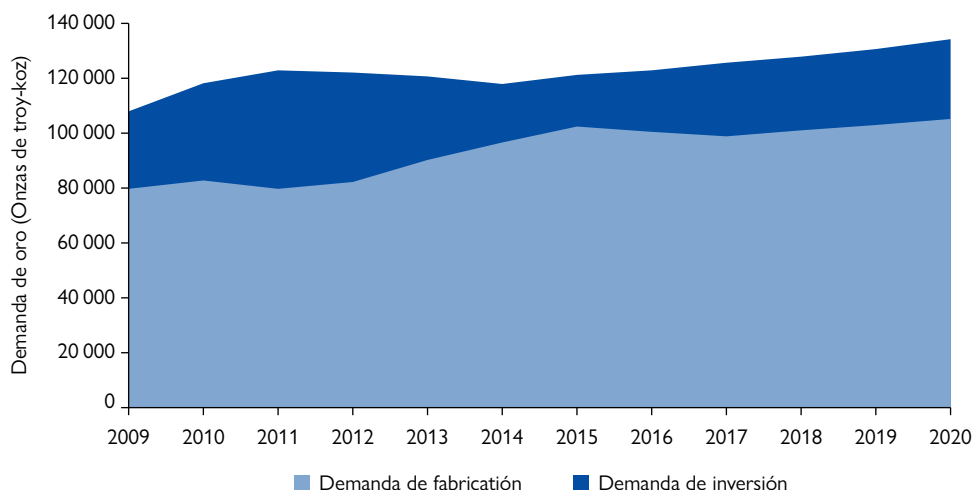
**Figura 17.** Modelo de inversión con participación en “sociedades”

De esta manera, los propietarios de las plantas de beneficio pueden mantener en desarrollo varios “frentes” distribuidos en varios sitios mineros del país, pero reportar a la autoridad únicamente su actividad como planta de beneficio, como se observa en la **Figura 17**.

Los propietarios de las plantas de beneficio poseen activos a través de sus plantas de beneficio y un giro comercial que puede ser reportado al sector bancario para la obtención de créditos. Sin embargo, no son sujeto de crédito de la banca nacional al no estar disponibles productos financieros para el sector MAPE de oro del país. Esto provoca una debilidad intrínseca al sector, el cual requiere un fuerte aporte de capital para mantener operativas las actividades de exploración y explotación. Por lo que no es extraño que, tanto los socios pequeños como los propietarios de plantas de beneficio estén expuestos a dinero no lícito proveniente de lavado, enriquecimiento ilícito, narcotráfico, trata de personas, entre otras actividades ilegales. Esto condiciona de manera significativa el comercio de oro pues los actores de este sector se ven expuestos a pagar sus deudas con oro, el cual no se registra en la producción nacional y finalmente, expone al sector a las malas prácticas asociadas a este tipo de “inversionistas”.

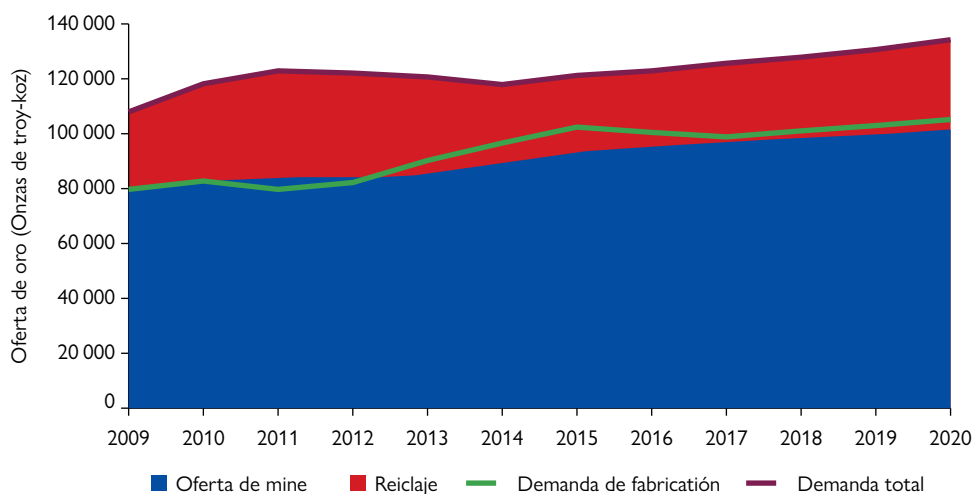
#### **1.5.4 Comercio y demanda de mercurio y oro**

Al igual que la demanda de inversión, el otro generador principal de la demanda de oro es su fabricación (oro utilizado en joyas e industria). La **Figura 18** ilustra la tendencia al alza en la demanda global de oro a lo largo del período de proyección llegando al 2020 a 133 Moz (tasa promedio de crecimiento anual del 2,2%).



**Figura 18.** Demanda global estimada de oro Fuente: CPM Group LLC, 2014

Por otro lado, la oferta total de oro está constituida por la producción de las economías de mercado, por las exportaciones de las economías transitorias a economías de mercado y por la oferta secundaria de oro (mineral que se encuentra dentro del mercado). La **Figura 19** muestra que la oferta total de oro tiene un aumento proyectado a lo largo del período de pronóstico de 133 Moz en el 2020. Como la recuperación de oro en relaves se ha convertido en una práctica común y a la vez contraproducente con el ambiente por los procesos ineficientes y liberación de contaminantes, se espera que esto se vea reducido por el poco valor que este oro representa en el mercado ya que es considerado como oro impuro, y en reemplazo se dedique más esfuerzo a mejorar los procesos de extracción en la minería primaria. Se podría asumir también, que la oferta de oro de oferta secundaria aumentará desde el 2016 y alcanzará 32,1 Moz para el 2020.



**Figura 19.** Oferta vs. gemanda Global estimada de oro Fuente: CPM Group LLC, 2014

Según cifras oficiales del Banco Central del Ecuador, entre 2007 y 2017 la participación de la explotación de minerales metálicos en el PIB ha presentado un constante pero leve incremento, al pasar de 0,17% a 0,32%, lo que permite afirmar que la minería todavía no se constituye un área estratégica de la economía, aunque se espera que una vez que empiecen a producir los proyectos estratégicos dicha participación aumente. En la **Tabla 5** se aprecian los porcentajes del PIB por año de la explotación de minerales metálicos.

Año	Porcentaje PIB Explotación de minerales metálicos
2007	0,17
2008	0,20
2009	0,18
2010	0,19
2011	0,18
2012	0,21
2013	0,22
2014	0,26
2015	0,26

**Tabla 5.** Porcentajes del PIB por año de la explotación de minerales metálicos. Fuente: Banco Central del Ecuador

En cuanto a las exportaciones de oro a partir de 2015, se observa una importante disminución hasta llegar a exportar únicamente 5094 kilogramos en 2017. Este descenso en las cifras oficiales resulta complejo de analizar, pues la minería MAPE de oro en Ecuador presenta un alto nivel de informalidad. En la **Tabla 6** se presentan las exportaciones de oro desde el 2005 hasta el 2018 (BCE, 2018) publicadas por el Banco Central del Ecuador, las cuales contrastan las 30 toneladas de oro para el año 2018 estimados en este inventario.

Año	Kilogramos	USD Precio dólares FOB	Valor unitario dólares/kg
2005	4933	17 358 576	3519
2006	4943	34 453 447	6971
2007	6186	67 074 615	10 842
2008	836	16 398 709	19 611
2009	918	22 047 990	24 015
2010	1258	33 866 610	26 932
2011	4280	131 583 054	30 741
2012	10 790	392 282 309	36 357
2013	14 783	433 959 162	29 356
2014	28 573	1 002 067 154	35 070
2015	20 801	681 809 007	32 777
2016	7540	261 864 921	34 731
2017	5094	167 576 454	32 899
2018*	1939	58 328 713	30 088

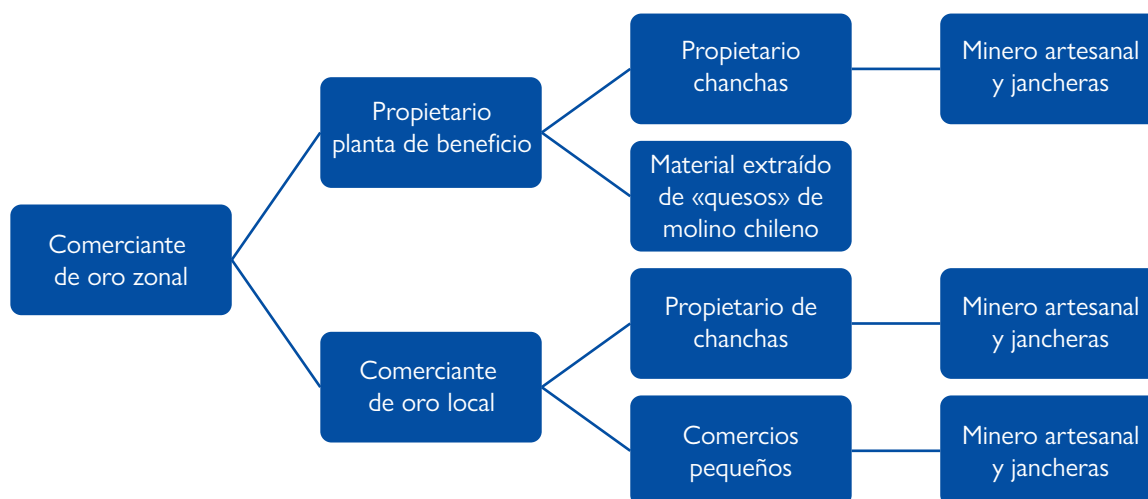
**Tabla 6.** \*Exportaciones de oro, cifras de enero a abril del 2018 Fuente: Banco Central del Ecuador

Respecto al uso de mercurio en minería, la ley de minería en el artículo enumerado posterior al artículo 86 del Capítulo II De la preservación del medio ambiente del Título IV De las obligaciones de los titulares mineros establece la “prohibición del uso del mercurio en operaciones mineras”. Como toda prohibición, le da peso a la autoridad minera en el control del uso de sustancias prohibidas pero también promueve comportamientos y actitudes evasivas por parte de los mineros, especialmente los mineros artesanales.

El mercurio se expende en los diferentes sitios mineros a través de comercios locales como tiendas o ferreterías. En estos sitios se expenden pequeñas dosis para consumo local, especialmente en la molienda de “chanchas”. En este nivel se expende desde una onza (28,35 g) hasta una libra (453,6 g) de mercurio a un precio promedio de \$10 a \$12 dólares la onza de mercurio. Usualmente, estas cantidades están relacionadas al uso de “chanchas” por lo que no es extraño que los propietarios de las plantas de “chanchas” sean los proveedores de mercurio en este nivel de uso. Es común en sitios mineros con acceso a cianuración que el propietario de las chanchas provea el mercurio sin cobrar dinero a cambio de la propiedad de los relaves que quedan luego de la molienda.

Es común que los comerciantes de oro, distritales y zonales también sean vendedores de mercurio. Su papel de intermediario local facilita la logística de distribución pues están ubicados en sitios donde convergen tanto proveedores mayoristas como los distribuidores minoristas. En este nivel se expende desde una libra (453,6 g) a botellas de un litro (13 500 g) a un precio que varía entre \$80 y \$120 dólares la libra de mercurio. Es importante indicar que los comerciantes de oro, en algunos casos son joyeros también, tienen talleres donde funden el oro “esponja” y recuperan mercurio que luego venden nuevamente en el mercado local.

Finalmente, están los comerciantes zonales y nacionales, que manejan “una pipa” que puede llegar a pesar hasta 22 kilogramos, y que tiene un costo que varía entre \$4000 y \$6000 dólares. Este nivel de comerciantes no fue claramente identificado en este estudio. Algunos testimonios apuntaban a dirigentes distritales y zonales del sector minero de estar involucrados en el tráfico de mercurio, sin embargo, esta información no pudo ser contrastada.



**Figura 20.** Modelo de distribución de mercurio

Desde una perspectiva general y como se observa en la **Figura 20**, el mercado del mercurio sigue la misma logística de acopio y recolección del oro para la distribución del mismo. Es decir, el mismo sector minero se asegura de mantener abastecido al minero artesanal y al pequeño minero con mercurio para que tenga disponible un insumo básico en su modelo de extracción y beneficio de oro. Por lo tanto, se puede inferir que el mercurio ingresa al país siguiendo la ruta del dinero que financia estas actividades. De ahí, que sea fundamental desarrollar una estrategia de financiamiento del sector financiero formal al sector minero MAPE de oro como medida de control a las malas prácticas mineras implementadas en la actualidad.

El uso de mercurio no está restringido únicamente al minero artesanal, sino que también es utilizado por pequeños mineros para aprovechar el oro “libre” que se asienta en los molinos chilenos. Esta práctica se mantiene extendida, incluso en sitios mineros que han implementado mejoras tecnológicas como Portovelo y Ponce Enríquez que no reemplazan el tipo de molienda. Es este tipo de molienda la que “permite” que el minero acceda al material previo a

la cianuración y extraiga oro mediante amalgamación. Esta práctica poco a poco está siendo eliminada de estos sitios debido a la implementación de sistemas de molienda más eficientes como molinos de bolas o mediante la instalación de sistemas gravimétricos que recogen los sedimentos de los molinos y obtienen el oro sin amalgamación.

A diferencia de los sitios mineros relacionados con la minería primaria y que incluyen procesos de beneficio donde se están implementando mejoras para minimizar la amalgamación, en los sitios mineros aluviales no se observa mejoras ni alternativas tecnológicas para reducir el uso de mercurio. La zaranda separadora conocida localmente como “zeta” es la tecnología de separación y recuperación difundida en el país. Este equipo clasifica el oro en dos cámaras como oro “grueso” y oro “fino”. En la cámara donde se recoge el oro fino se utiliza aplica botellas entre 1 y 2 litros de mercurio (entre 13,5 y 27,0 kg Hg) por cada “lavada” de material que dura entre 1 a 5 días, dependiendo de la formación.

Las autoridades nacionales no han podido controlar este tipo de minería, especialmente el uso de mercurio en la misma, por lo que presenta los principales retos de gestión y las mayores oportunidades de reducción en el uso de mercurio de la MAPE de oro del país.

Cabe destacar la existencia de Chordeleg, ubicado a una hora de Cuenca, la tercera ciudad más poblada del país. Chordeleg es un pequeño pueblo dedicado a la orfebrería de oro y plata donde se encuentran instalados varios talleres de fundición y más de 100 locales de venta de joyas de oro y plata. Este sitio minero, junto con las ciudades de Cuenca y en menor medida Loja, es el principal destino local del oro producido en el país en el sector MAPE de oro. En Chordeleg se da mucho valor al oro proveniente de Nambija por la calidad y pureza que tiene este tipo de mineral. En este sitio minero es posible vender oro que no esté regularizado por las autoridades del sector minero y luego ser comercializado como una joya en el mercado local. El oro que se comercia de esta manera no se reporta en la producción anual nacional ya que el registro de producción que utiliza el país se relaciona únicamente al oro exportado a través de aduanas.

### 1.5.5 Aspectos económicos

La información más actual sobre las condiciones de vida de los mineros fue presentada por el proyecto TransMAPE en el año 2018. En este informe, se levantó información del sitio minero Ponce Enríquez, ubicado en el sur del país. Las encuestas se enfocaron en tres grupos de interés: mineros pequeños y artesanales, jancheras y dueños de plantas de beneficio. Entre la información principal se muestra lo siguiente:

- De acuerdo a la información presentada por el proyecto TRANSMape, el estudio indica que los mineros artesanales son principalmente hombres que se dedican exclusivamente a la minería en un 80%. En menor medida complementan sus ingresos con agricultura y comercio. Más del 60% de los mineros tienen al menos 10 años de experiencia y cerca del 45% se sienten satisfechos con su trabajo. A pesar de que su formación es básica, para un 60% de la población minera sus ingresos varían entre \$500 y \$1000 dólares mensuales superando el salario básico de \$386 dólares.
- Los pequeños mineros alcanzan mejor nivel de educación pues el 26% tiene estudios secundarios, y el 32% estudios de tercer y cuarto nivel. El ingreso promedio es superior a los \$1000 dólares mensuales y un porcentaje mayor, un 69% manifestó sentirse muy satisfecho con su trabajo. Al igual que los mineros artesanales, tienen en promedio más 10 años de experiencia y se dedican exclusivamente a esta actividad en un 85% de los casos.
- La principal diferencia está relacionada con tipo de permiso que cuenta cada concesionario. En general, las minas pequeñas están alejadas de la cabecera cantonal y se encuentran en “proceso de formalización” ante la Autoridad en un 45%. Por el contrario, las minas de pequeños mineros se encuentran regularizadas en un 90%. Esta condición provoca inseguridad en el minero artesanal mientras que aporta seguridad al pequeño minero. En cuanto a la afiliación a la seguridad social, la situación es similar, los mineros artesanales están afiliados en un 68% y los pequeños mineros alcanzan un 91% de afiliación.

- Respecto al número de trabajadores, las concesiones artesanales cuentan con un promedio de 35 trabajadores mientras las pequeñas concesiones alcanzan los 200 trabajadores. De éstos, únicamente un 0,7% de los socios y un 1,7% de los trabajadores son mujeres.
- En general, la actividad minera se encuentra regularizada incluso con condiciones formales de contratos que alcanzan el 60% para los mineros artesanales y el 77% para los pequeños mineros. Es el acceso al financiamiento donde el sector MAPE de oro presenta una enorme deficiencia pues el acceso al crédito no supera el 11% mientras que el resto del dinero es capital propio.
- En el estudio presentado por el proyecto TransMAPE se hizo un análisis diferenciado de las condiciones de trabajo para las mujeres involucradas en la minería MAPE de oro en Ponce Enríquez. En gran medida, las mujeres se dedican a esta actividad para el sustento de su hogar, por lo que complementan sus ingresos con otras actividades como agricultura o comercio. Un 40% de esta población tiene más de 10 años de experiencia por lo que se puede presentar al “janqueo” como una actividad productiva, a pesar de la dependencia que tienen de los propietarios de las minas para poder acceder al material de caja. Esto provoca una condición de dependencia que en algunos casos puede terminar en abusos de parte de los propietarios de las minas hacia las jancheras.
- El nivel de educación de esta población es bajo, un 77% completó la educación primaria pero ninguna de las personas entrevistadas completó la educación secundaria. Su situación respecto a la seguridad social también es precaria pues únicamente el 25% se encuentra afiliada al seguro social y su labor no está regularizada por contrato, únicamente por un permiso del propietario de la mina. Los ingresos de las jancheras están por debajo de los \$500 dólares mensuales.

### **1.5.6 Información sobre género**

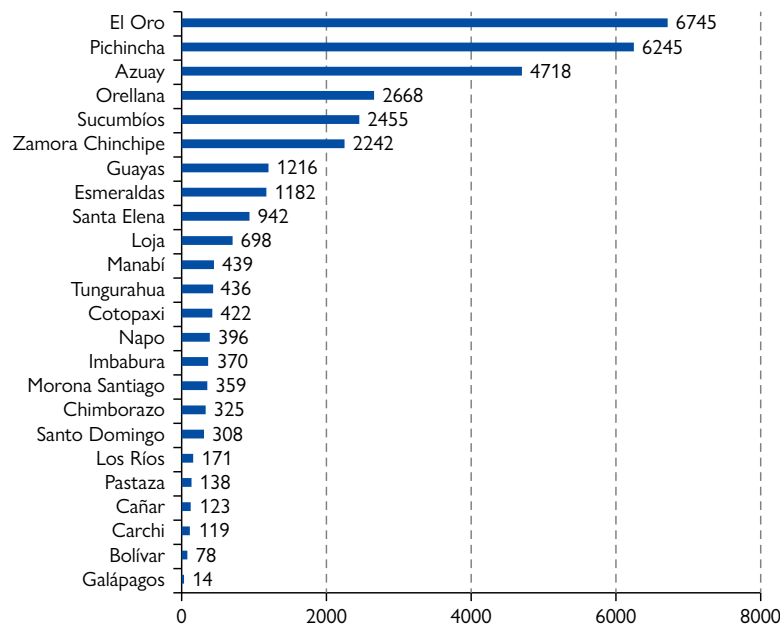
A lo largo del estudio se identificó que el 10% de la población dedicada a la MAPE de oro corresponden a mujeres, es decir un número aproximado de 1500. Fue observado que las mujeres continúan realizando actividades tradicionalmente asignadas como cargos administrativos y puestos similares. Es importante resaltar que en algunos sectores mineros es significativa la presencia de las mujeres “jancheras”, personas que recogen rocas con bajo contenido de mineral de las escombreras, quienes incluso se han asociado formalmente, sin embargo no han alcanzado su regularización como mineros artesanales (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016). La actividad de janqueo se ha visto afectada debido a que la optimización de procesos ha incurrido en que el material de extracción en janqueo se presente de manera escasa.

Además de esta actividad, se constató la presencia de la mujer en otro tipo de roles como la administración en plantas de beneficio, técnicas en procesamiento de mineral, técnicas de laboratorios de materiales, así como encargadas de la comercialización.

Otro aspecto importante que se destaca de la actividad minera MAPE en el país, es que los asentamientos mineros no cuentan con instalaciones educativas para atención de menores en edad escolar. Las únicas instalaciones disponibles son guarderías donde mujeres dedicadas a la MAPE dejan a sus hijos mientras laboran y en algunos casos van a trabajar en los botaderos mineros junto a sus hijos pequeños para evitar dejarlos solos en sus habitaciones.

### **1.5.7 Información demográfica y social**

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos realizó un censo de población y vivienda en el año 2010, en el cual se concluye que alrededor del 58% de las concesiones dedicadas a la explotación de minas y canteras se encuentra en 8 provincias del país: El Oro, Pichincha, Azuay, Orellana, Sucumbíos Zamora Chinchipe Guayas y Esmeraldas.



**Figura 21.** Población de cada provincia participante en actividades de minas y canteras al año 2010 Fuente: Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero

En el contexto del Inventario de Mercurio desarrollado en el proyecto PAN, se ha estimado una población de 11 500 personas en los 25 sitios mineros con actividades MAPE de oro, siendo los lugares con mayor presencia de mineros los sitios como Zaruma - Portovelo en El Oro, Camilo Ponce Enríquez en Azuay y Buenos Aires en Imbabura. En la **Figura 21** se aprecia la población de cada provincia que trabaja en minas y canteras, y que si se compara con los datos del inventario de MAPE en este estudio, guardan similitud en la posición de las provincias con mayor número de trabajadores sobre todo en las provincias de El Oro y Azuay, que durante décadas han sido el centro de explotación y procesamiento de oro. Un dato relevante es el aumento considerable de población minera en Imbabura (Buenos Aires), debido a que en el sector la minería artesanal se desarrolla de manera masiva desde aproximadamente el año 2015.

Debido al incremento de actividades de minería artesanal, sobre todo en las provincias de El Oro y Azuay, la necesidad de realizar tareas de manera organizada dio paso a que la comunidad minera formase cooperativas y asociaciones que posteriormente permitieron el establecimiento de distritos de procesamiento a través de la implementación de Plantas de Beneficio. Estas asociaciones y cooperativas permitieron dar un espacio de trabajo al minero en mejores condiciones de salubridad y de seguridad. Sin embargo, condiciones básicas como la disponibilidad de agua potable aún es una realidad inalcanzable en ciertos lugares donde se efectúa la minería MAPE, y esto se pudo constatar en casi todos los sitios mineros visitados durante la etapa de levantamiento de información de este reporte. Este hecho genera un alto índice de enfermedades intestinales y de parasitosis cuyo detalle se encuentra descrito en el informe de evaluación de la salud como parte del diagnóstico de MAPE dentro del PAN Ecuador.

Se estima que en 2012 existían 677 menores que trabajaban en minas y canteras en el país, cifra que disminuyó debido a la aplicación del “Proyecto Erradicación del Trabajo Infantil”, reinsertando a los niños al sistema educativo con un seguimiento individual en cada caso a fin de impedir la reincidencia. Sobre este tema, el entonces Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM), a través del “Proyecto de Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo de la Pequeña Minería y Minería Artesanal” realizó investigaciones en sectores afectados con el trabajo infantil y verificó la disminución y en muchos casos la erradicación de esta práctica. Para alcanzar este logro, se ha fundamentado en un marco legal y constitucional con normas y disposiciones relacionadas con la prohibición y restricción al empleo y trabajo de los niños (Dirección Nacional Macroeconómica de Síntesis, 2017).



En el país existen varios sitios mineros aluviales no regularizados, en los cuales existe tensión entre las autoridades y los mineros. Esmeraldas y Zamora Chinchipe son las provincias con sitios mineros inseguros donde ocurren amenazas frecuentes del uso de la fuerza. Es usual que en estos sitios se encuentre personal armado que custodia el territorio. En algunos sectores de la provincia de Esmeraldas, es posible la injerencia de los grupos armados revolucionarios de Colombia como ocurre en el resto de actividades productivas de la provincia. A diferencia de Zamora, donde la población indígena local participa del modelo de producción y así controla el territorio donde ocurre la minería. En sitios mineros aluviales de las provincias de Cotopaxi y Napo, donde la pequeña minería está regularizada, no existen grupos de cohesión ni violencia armada aunque Existe cierta tensión por actividades mineras no regularizadas relacionada con actividades de las entidades de control.

En el sitio minero de Buenos Aires el territorio ha sido tomado por grupos armados que controlan las actividades que se desarrollan en el territorio, así como en ingreso y salida de personas, bienes y servicios. En esta parroquia rural ubicada en la provincia de Imbabura se estableció un modelo agresivo de explotación mineral sin cuidados técnicos, sociales y ambientales. Existen denuncias de asesinatos, disputas, personas enterradas por colapso de túneles, prostitución, trata de personas (especialmente migrantes venezolanos), venta y consumo de drogas, entre otras actividades irregulares. Los accesos carrozables son controlados por personal armado, a quien se debe pagar “un peaje” tanto para ingresar como salir del sitio. Las autoridades no logran controlar la zona, a pesar de eventuales operativos de control, que no logran ser efectivos en reducir la actividad que está ocurriendo en el sitio minero.

En general, los involucrados en la MAPE de oro en el país tienen cierta desconfianza porque han estado expuestos de alguna manera a estafas, robos y asaltos. El modelo de “sociedades” utilizado para la explotación del mineral muchas veces termina en disputas internas entre los socios. También existe desconfianza entre los mineros dedicados a la extraer mineral con los comerciantes de relaves y los propietarios de plantas de beneficio. Existen también individuos y bandas dedicadas al robo, especialmente en Portovelo y Ponce Enríquez. Ante esta realidad, los mineros desarrollan un perfil sencillo y precavido, evitan comentar sobre sus trabajos actuales y utilizan los comerciantes locales para evitar ser asaltados en las vías.

### **1.5.8 Información ambiental**

De manera general, dentro de las actividades de la MAPE de oro, la contaminación generada se da principalmente por la minería ilegal y aquella que no cuenta con las autorizaciones y licencias ambientales, las mismas que al ser poco tecnificadas y no cumplir con la normativa ambiental vigente, han afectado gravemente su medio, en especial los cuerpos de agua; razón por la cual, el Estado ha intervenido en reiteradas ocasiones con la finalidad de controlar la forma en la que estas actividades se desenvuelven (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016). Lamentablemente, la gran mayoría de las instalaciones que sí cuentan con permiso ambiental, no cumplen con las condiciones mínimas establecidas en la regulación ambiental vigente.

Desde los inicios de las actividades de minería artesanal y de pequeña escala que suman más de un siglo, Ecuador ha sido testigo de actividades de extracción y procesamiento, con la aplicación de métodos rústicos y escasa tecnología que ha propiciado la degradación ambiental, generando impactos en los recursos sobre todo el agua, principalmente por la presencia de metales pesados como el mercurio (Hg), y de igual manera el suelo debido al depósito de relaves contaminados con estos metales. La deforestación también es una de las consecuencias de la expansión de actividades MAPE, tanto como las emisiones de gases que contaminan el aire y tienen efectos negativos en la flora y la fauna.

Durante las visitas de campo se ha podido constatar que los recursos hídricos en los alrededores de los sitios mineros han sido afectados por aguas residuales que son resultado de procesos de la MAPE de oro. Estas descargas han alterado el color de los recursos hídricos y su composición, afectando a la fauna y flora aledaña. Adicionalmente, tomando en cuenta los ecosistemas, se ve alterado el paisaje, existiendo en muchos casos la desviación de los cursos de agua y dificultades de acceder a ella. El uso del suelo se transforma, de zonas destinadas a la agricultura o ganadería se pasa

a zonas mineras con el consecuente cambio en el ambiente por la generación de ruido, polvo, apertura de caminos y senderos, el tránsito de camiones y maquinaria minera, erosión, hundimientos de tierra y vibración y extremo ruido por las explosiones con dinamita (Dirección Nacional Macroeconómica de Síntesis, 2017).

Con el fin de conocer un poco más en detalle las posibles repercusiones de las actividades MAPE de oro en territorio sobre todo en las provincias del sur del país (Azuay, El Oro y Zamora Chinchipe) donde las actividades MAPE son predominantes, el ex INIGEMM (hoy IIGE- Instituto de Investigación Geológica Energética) hizo estudios en relaves y residuos industriales. Los resultados mostraron elevados índices de contaminación por metales pesados en los ríos de El Oro y de Azuay así como en el suelo del sitio minero Nambija (Zamora Chinchipe) donde se encuentran altos niveles de plomo, cromo, hierro y cinc que sobrepasan los límites establecidos por normativas internacionales. Así mismo, se concluyó que en los relaves se observa la presencia de sulfuros metálicos y concentraciones importantes de mercurio; necesitando un tratamiento de neutralización que evite la acidez y lixiviación de metales.

En base a estos estudios, se han desarrollado planes y programas orientados a la mitigación, así como al control y reducción de aspectos e impactos ambientales, como la neutralización de drenaje ácido de mina, que permite la remoción de metales disueltos, generados en drenajes ácidos, mediante dos sustratos que precipitan a estos metales, además de regular el pH y disminuir el contenido de sólidos disueltos. Así también se han elaborado programas de capacitación orientados al minero y al personal de entidades públicas en temas que abordan buenas prácticas ambientales aplicadas a actividades mineras-metalúrgicas, recirculación y uso eficiente de agua en plantas de beneficio, disposición adecuada de estériles, aprovechamiento de roca de caja, gestión adecuada de residuos mineros masivos, entre otros temas.

Adicionalmente, se está trabajando en el desarrollo de proyectos interinstitucionales, como el Plan Cero Mercurio, entre el INIGEMM y el Ministerio del Ambiente (MAE); Proyecto de Ordenamiento Ambiental Integral en la Cuenca del Río Puyango; Convenio de Coejecución MAE-INIGEMM; Protocolo para el Monitoreo de Sedimentos en la Cuenca Hidrográfica Puyango-Tumbes; Cooperación Técnica Interinstitucional entre Secretaría del Agua (SENAGUA), Ministerio del Ambiente (MAE); Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y el Instituto Nacional de Investigación, Geológico, Minero, Metalúrgico (INIGEMM) (Ministerio de Minería de Ecuador, 2016).

Durante la visita de campo del personal técnico para la elaboración del presente inventario, se identificaron aspectos adicionales a los estudios formales ejecutados por las instituciones antes mencionadas:

1. Malas condiciones sanitarias: en sitios mineros con minería primaria y presencia de chanchas, las descargas de uso doméstico y las descargas del proceso minero se conducen juntas y sin tratamiento. Es común encontrar procesos ubicados aguas abajo que utilizan el agua contaminada como para alimentar su proceso (especialmente en Chinapintza, Nambija y Buenos Aires).
2. Las piscinas de relaves son muy pequeñas: tanto en sitios mineros con procesos pequeños como Chinapintza, o en sitios mineros con procesos complejos como Portovelo y Ponce Enríquez, el tratamiento de los relaves es deficiente. La capacidad de las piscinas y/o tanques de relaves es evidentemente pequeña, por lo que deberían establecerse parámetros técnicos en la regulación que definan el tipo de tecnología y las características generales que deben cumplir estos sistemas de tratamiento para cumplir la regulación ambiental.
3. Las cuencas hídricas cercanas a sitios mineros, especialmente a sitios con procesamiento y beneficio, se encuentran significativamente afectadas. En estas cuencas no solo se descargan metales pesados y químicos, como se evidencia en los estudios mencionados arriba. También se descarga gran cantidad de sólidos, que eliminan las condiciones mínimas que requiere la biota acuática, incluida la entomofauna acuática. Esto elimina la cadena de vida y desaparecen los peces de estas cuencas. Es recomendable empezar a evaluar el impacto ambiental acumulado en sitios mineros donde coexisten varios operadores mineros calificados como pequeños porque la suma de sus impactos alcanza a la de minería mediana.

4. Uso de suelo: los asentamientos mineros usualmente inician con procesos no regularizados, por lo que instalan viviendas y plantas de beneficio sin criterio. Es importante regularizar estos sitios pues están ubicados en sitios de riesgo como laderas y quebradas, y no tienen acceso a sistemas de saneamiento.
5. Monitoreo de calidad de aire en Chordeleg: en este sitio minero existe alta concentración de talleres que funden amalgamas. Es importante mantener un monitoreo de los niveles de mercurio en el aire para que no supere los límites de riesgo a la salud pública.
6. Pasivos ambientales por minería aluvial: esta actividad ocurre regularmente de manera ilegal sin cumplir condiciones técnicas mínimas. Es común encontrar lechos de ríos alterados (alto Nangaritza, San Carlos) y sitios sin reconformación de la capa vegetal (San Gerardo). Es recomendable elaborar una línea base en la cual se identifiquen sitios afectados por minería aluvial y pasivos ambientales.
7. Relixiviación de relaves amalgamados: es una práctica extendida el incorporar “arenas” o “relaves” de procesos de amalgamación en procesos de cianuración. Esta práctica está calificada como “peor práctica ambiental” ya que libera el mercurio en formas solubles como metil-mercurio, incrementando la posibilidad de bioacumulación en los cuerpos hídricos receptores de las descargas mineras.

### **1.5.9 Información de salud**

Los riesgos para la salud relacionados con la MAPE están clasificados como químicos, biológicos, biomecánicos, físicos y psicosociales. En cuanto al primer tipo de riesgos, la OMS menciona que el principal problema es la inhalación, absorción e ingestión de químicos: mercurio, empleado para la amalgamación de oro; cianuro, empleado para extraer el oro; y otros químicos que se encuentran en el polvo y los gases. Las personas pueden estar expuestas a dos formas de mercurio en la MAPE: al mercurio elemental y al mercurio orgánico (Organización Mundial de la Salud, 2017)

La intoxicación por mercurio elemental se manifiesta en el deterioro neurológico, renal y autoinmune (Organización Mundial de la Salud, 2013). La inhalación intensa puede afectar directamente a los pulmones y causar irritación de las vías respiratorias, neumonitis química y edema pulmonar, con la consecuente opresión torácica y dificultad respiratoria (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2014). Una exposición elevada por inhalación también puede derivar en un fallo respiratorio y la muerte (Landrigan & Etzel, s.f.).

Por otro lado, los riesgos biológicos más comunes que afectan a la comunidad MAPE son enfermedades transmitidas por el agua y por vectores, infecciones de transmitidas por el agua y vectores, infecciones de transmisión sexual, VIH/SIDA y tuberculosis (Organización Mundial de la Salud, 2017). Adicionalmente, los riesgos biomecánicos se ven asociados a las grandes cargas de trabajo, tareas repetitivas, extensas jornadas de trabajo y un equipo de protección personal inexistente o inseguro que dará paso al desarrollo de trastornos musculo esqueléticos, siendo los más comunes los trastornos de hombros, la fatiga y dolor en la zona lumbar (McPhee, 2004).

En el contexto de Ecuador, el Reporte de Minería en el 2017, menciona que las afectaciones a la salud generadas en el sector minero incrementan debido a la inexistencia de correctos procesos técnicos de salud ocupacional y seguridad. Uno de los principales problemas para los trabajadores, es la absorción de mercurio y otros metales pesados como plomo y arsénico. Adicionalmente, existe una gran preocupación debido a la pérdida progresiva de los sentidos en los trabajadores mineros como causa de la falta de protección, problemas en la columna vertebral por el exceso de carga, mala posición y sobreesfuerzo en las actividades cotidianas (Dirección Nacional Macroeconómica de Síntesis, 2017).

El Ministerio de Salud a través de la red de atención pública de los sitios mineros identificados no dispone de la información de enfermedades relacionadas a la actividad minera, menos aún a la información específica relacionada a la exposición a mercurio. Para construir esa información, es posible originar un estudio piloto donde se pueda incluir la población expuesta a bioacumulación, que de acuerdo al levantamiento de información podría ser la que se presenta a continuación:

1. San Carlos de las Minas, aguas abajo de Nambija;
2. Comunidades de la nacionalidad Shuar en el alto Nangaritzta,
3. San Gerardo, El Dorado y Misahuallí en Napo,
4. Comunidades asentadas en el río Mira aguas abajo de Buenos Aires;
5. Comunidades asentadas en los ríos Santiago y Bogotá en Esmeraldas.

Se ha realizado una evaluación rápida de salud de los mineros, así como un diagnóstico de la atención del sector salud a la comunidad minera, que es parte complementaria a este estudio de inventario de mercurio en MAPE de oro, y que ambos permitirán elaborar el diagnóstico de la MAPE en el Ecuador. Estos resultados permitirán establecer lineamientos y prioridades de atención en el sector salud, que serán plasmados a través de una estrategia de salud, con el fin de establecer una hoja de ruta a través de acciones y actividades que conlleven a una mejor atención del sector salud hacia este tipo de actividades y las personas que lo desempeñan.

### **1.5.10 Brechas de conocimiento y áreas prioritarias recomendadas para las estrategias del PAN**

1. La exploración del mineral es artesanal. No se utilizan técnicas de exploración, es más un “juego al azar”.
2. El servicio de laboratorio es deficiente y vinculado a intereses de grupos de poder. Es importante promover laboratorios certificados e independientes para que los mineros puedan seleccionar mejor su sistema de procesamiento y beneficio.
3. La banca nacional, tanto pública como privada, no brinda crédito al sector minero a pesar de ser un sector regularizado y estratégico en el país. A través del crédito, el Estado puede promover mejores prácticas mineras, sociales y ambientales. El solicitante queda atado a cumplir las exigencias del proveedor del dinero.
4. Las “piscinas” de relaves no cumplen el mínimo del tamaño recomendado para el tipo de procesamiento. En Portovelo, por ejemplo, las piscinas tienen un 10% del tamaño necesario.
5. La política de asociatividad minera y de mejora de tecnología ha sido adoptada en gran medida por el sector, incluso ciertos condicionantes laborales como la afiliación al IESS. No es el caso del tema ambiental, sobre el cual no se evidencian avances.
6. La lixiviación de tierras amalgamadas es una práctica extendida. Se trata de la práctica más grave para el ambiente y con menor capacidad de gestión.
7. En tema género, la mujer cada vez tiene menos espacio como “janchera” pues las empresas están moliendo “hasta” el mineral de caja. Incluso en Ponce Enríquez se fabrican adoquines con este material. Sin embargo, se ve un incremento en la capacidad de decisión en lo siguiente:
  - a. El personal administrativo es femenino en un 80% aproximadamente
  - b. Los propietarios de procesadoras son mujeres entre 30 y 35%
  - c. La segunda y tercera generación de propietarios de procesadoras trabajan en las plantas y toman decisiones. Es decir, tienen poder y puede haber una transición hacia una minería dominada por mujeres en Ecuador.
8. No existe un control exhaustivo en la minería aluvial debido a su característica de operación no permanente, por eso el mayor porcentaje de uso de mercurio se encuentra en este sector.
9. Los impactos ambientales del sector minero se evidencian en afectaciones a cuencas hídricas, especialmente en el sur del país; pero los estudios ambientales se limitan a permisos puntuales por cada operador minero. Es necesaria la implementación de estudios de impacto ambiental acumulativo a nivel de cuencas hídricas de cada sitio minero.

## 2. ESTIMACIÓN DEL USO Y LIBERACIONES DE MERCURIO EN LA PRODUCCIÓN DE ORO EN LA MAPE

Para obtener las estimaciones de referencia del mercurio utilizado en la MAPE de oro se utilizó la versión 1.0 de la guía técnica “Métodos y Herramientas para la determinación del uso de mercurio en el sector de la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE)” producido por AGC en colaboración con la Asociación Mundial del Mercurio del PNUMA, 2017. En esta guía se propone elaborar un plan de investigación en el cual se identifique de manera preliminar los sitios de interés de la MAPE de oro mediante la revisión bibliográfica y el acercamiento a actores clave en la capital del país. Durante el taller de lanzamiento de este proyecto, se tuvo acceso a las principales instituciones relacionadas a este sector: el Ministerio de Minería, su agencia de control – ARCOM y el Ministerio del Ambiente.

### 2.1 Metodología de levantamiento de información

El inventario de emisiones y liberaciones de mercurio de Ecuador se desarrolló en tres etapas:

1. Sistematización, análisis de información secundaria y definición de área de estudio
2. Levantamiento de datos en campo
3. Procesamiento de datos

#### 2.1.1 Sistematización, análisis de información secundaria y definición de área de estudio

En esta primera fase de desarrollo del inventario se enfocó en identificar las principales zonas de explotación minera y sus características, del tipo de minería existente, los métodos de explotación, producción, uso de mercurio, población minera dedicada a la actividad y comercio de oro. Este método, basado en la guía para la determinación de mercurio en la MAPE de oro permitió seleccionar las zonas para la toma de datos de campo, considerando que las zonas donde se practica esta actividad se distribuyen a lo largo del país.

Las principales fuentes de información fueron:

- Catastro minero actualizado de ARCOM
- Publicaciones de otros inventarios de la región, especialmente del Perú; informe del CAMAREN sobre conflictos de agua y minería en Ecuador; el Plan Nacional de Desarrollo Minero 2016; los resultados del proyecto TransMAPE, entre otros.
- Entrevistas a especialistas, investigadores y funcionarios
- Taller de lanzamiento del Plan Nacional de Acción.

Durante las primeras semanas se mantuvo reuniones con personal técnico y administrativo de las instituciones antes mencionadas para obtener información de referencia para la elaboración del plan de investigación. La principal información de referencia fue el Catastro Minero elaborado por ARCOM, en donde se identifican todas las concesiones

mineras legales de exploración, explotación y beneficio existentes en el país. Adicionalmente, se mantuvo entrevistas con técnicos de ARCOM, Ministerio de Minería y Ministerio de Ambiente, que permitieron actualizar la información del Catastro Minero y así definir el alcance del trabajo en 5 zonas:

1. Zona Norte: Zona Senplades 1 (Esmeraldas, Carchi e Imbabura)
2. Zona Centro Norte: Zona Senplades 2 (Pichincha y Napo)
3. Zona Centro: Zona Senplades 3 (Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar)
4. Zona Centro Sur: Zona Senplades 6 (Azua)
5. Zona Sur: Zona Senplades 7 (El Oro, Loja y Zamora Chinchipe)

Estas zonas detalladas previamente en la **Tabla 2** fueron planteadas en base a la distribución administrativa de SENPLADES y ARCOM, esta última la cual tiene al menos una oficina técnica ubicada en cada zona descrita en este documento. De esta manera, se tuvo acceso a información local directa levantada por los técnicos que laboran en esas dependencias (esta información actualmente no se encuentra centralizada). Esto también permitió identificar sitios mineros de la MAPE de oro de los cuales no se tenía referencia clara en la capital, e incluirlos en el alcance del presente estudio.

Una vez que el equipo de campo se entrevistó con el personal técnico de cada zona, se identificaron los poblados más cercanos para acceder a los sitios mineros. Para aquellos sitios mineros artesanales con algún nivel de organización, se hizo contacto primero con el dirigente. En algunos sitios, la pequeña minería está organizada en asociaciones o cooperativas, entonces se siguió el órgano formal administrativo de esas organizaciones para acceder a los asociados.

En aquellos sitios mineros donde las condiciones de seguridad no eran adecuadas para el ingreso del equipo técnico, se buscó información de referencia en las instituciones locales, cómo: centros de salud, técnicos del ministerio del ambiente, tenientes políticos, presidentes de juntas parroquiales, entre otros.

### 2.1.2 Levantamiento de datos en campo

El levantamiento de información en campo (información primaria) para estimar el uso de mercurio en minería MAPE de oro analizó la actividad minera en tres grandes etapas: extracción, procesamiento o beneficio, y comercialización de oro. Durante el estudio, se buscó obtener información cuantitativa utilizando métodos de medición directa cuando fue factible, y utilizando una metodología de entrevistas cara a cara, en la mayoría de los casos. Una gran mayoría de las entrevistas se condujo en sitio, de tal manera que el equipo de campo pudo tomar de primera mano la información provista por el entrevistado. Estos métodos permitieron interrogar sobre un mismo tema desde diferentes acercamientos, lo que llevó en la mayoría de los casos a respuestas más precisas por parte del entrevistado, y a conseguir información de contraste para el cálculo requerido en este inventario.

Etapa	Variabes	Unidad De Medida
Extracción	Ley del mineral (mena / bulto)	Gramos de oro/tonelada (g/t)
	Pureza del oro	Kilates o porcentaje (K o %)
	Tipo de extracción: primaria, aluvial, artesanal, pequeña	Tipos/sitio
	Tipo de procesamiento	Tipos/sitio
	Relación Hg:Au	Peso de mercurio: Peso de oro de 24 kilates t Hg: t Au <sub>24K</sub> )
	N° de túneles	Canteras/sitio
	Extracción material (N° bultos / N° burras / N° de volquetas o N° de winches)	Toneladas/día (t/d)
	N° de días trabajados	Días/año (d/año)
	N° de trabajadores	Personas/cantera
	Destino del material	Sitio minero
	N° de socios por túnel	Mineros/túnel

Etapa	Variables	Unidad De Medida
Procesamiento	N° de chanchas amalgamadoras	Chancha amalgamadora/sitio minero
	N° de bultos que muele cada chancha amalgamadora	Kg material/chancha
	N° de bultos que muele por batch	Bultos/batch
	N° de chanchas por batch	Toneladas/batch (t/batch)
	Frecuencia con la que acude a moler en chanchas amalgamadoras	Batch/mes
	Cantidad de mercurio añadido a chancha amalgamadora	Peso de mercurio en gramos/chancha (g Hg/chancha)
	Peso de amalgama obtenida	Peso de amalgama en gramos/ chancha (g amalgama/chancha)
	Cantidad de mercurio recuperado	Peso de mercurio recuperado en gramos (g Hg recuperado/chancha)
	Cantidad de oro esponja recuperado	Peso de oro en gramos (g Au/chancha)
	Uso de retorta	Si o no
	N° de jancheras	Jancheras/sitio minero
	Material recuperado y molido por jancheras	Material jancheo/sitio minero
	N° de molinos chilenos	Molino chileno/sitio minero
	N° de bultos que muele en molino chileno (minero artesanal)	Toneladas de mineral/ molino chileno (t/molino chileno)
	N° de volquetas que muele en molino chileno (sociedad mineros artesanales y/o pequeño minero)	Toneladas de mineral/ molino chileno (t/molino chileno)
	N° de bultos de material recuperado de la pista del molino chileno que muele en chancha amalgamadora	Toneladas de mineral de amalgamación/ molino chileno (t <sub>amalgamadas</sub> /molino chileno)
	N° de bultos de material recuperado de la pista del molino chileno que muele en chanchilla amalgamadora (sitio minero Nambija exclusivamente)	Toneladas de mineral de amalgamación / molino chileno (t <sub>amalgamadas</sub> /molino chileno)
	Peso de mercurio añadido a molino chileno	Peso de mercurio en gramos/ molino chileno (g Hg/molino chileno)
	Peso de mercurio añadido a chancha que amalgama material de pista del molino chileno	Peso de mercurio en gramos/ molino chileno (g Hg/molino chileno)
	Peso de amalgama obtenida en chancha que amalgama material de pista del molino chileno	Peso en gramos de amalgama/molino chileno (g amalgama/molino chileno)
	Cantidad de mercurio recuperado de amalgama obtenida en chancha que amalgama material de pista del molino chileno	Peso en gramos de mercurio recuperado/ molino chileno (g Hg recuperado/molino chileno)
	Cantidad de oro esponja recuperado de material de pista del molino chileno	Peso de oro en gramos/molino chileno (g Au/molino chileno)
	Uso de retorta en amalgama obtenida en chancha que amalgama material de pista del molino chileno	Si o no
	N° de bultos de arena amalgamada que vende a comerciantes y/o plantas de beneficio	Toneladas de arena amalgamada/ año (t arena/año)
	Mercurio añadido	Gramos de mercurio (g Hg)
	Mercurio recuperado	Gramos de mercurio (g Hg)
	Mercurio recuperado (retorta)	Gramos de mercurio (g Hg)
	Cantidad de molinos de bolas	Tolino bolas/planta beneficio
	Capacidad de molienda (capacidad de procesamiento de planta de beneficio)	Toneladas/día (t/d)
	Capacidad de cianuración	Toneladas/mes (t/mes)
	Capacidad flotación	Toneladas/mes (t/mes)
	Cantidad de concentradores gravimétricos	Concentradores/planta beneficio

Etapa	Variables	Unidad De Medida
<b>Procesamiento (cont.)</b>	N° de trabajadores	Personas/molino
	N° de días trabajados	Días/año (d/año)
	N° de turnos	Turnos/molino
	Horas trabajadas	Horas/turno (h/turno)
	N° de propietarios de planta de beneficio	Socios/planta beneficio
	N° de mujeres dueñas y/o socias de planta de beneficio	Mujeres dueñas/planta de beneficio
	N° de personal administrativo en planta de beneficio	Personal administrativo/planta beneficio
	N° de mujeres en personal administrativo	Mujeres administrativo/planta beneficio
	N° de mujeres que laboran en planta de beneficio	Mujeres/planta de beneficio
	N° de trabajadores afiliados al seguro social	Personas afiliadas/planta beneficio
	N° de retroexcavadoras por sitio minero	Retroexcavadoras/sitio minero
	N° de zetas clasificadoras por sitio minero	Zetas/sitio minero
	Cantidad de jancheros por zeta	Jancheros/zeta
	Uso de mercurio en platoneo de jancheros	Peso en gramos de mercurio/janchero (g Hg/janchero)
	Uso de mercurio por zeta	Gramos de mercurio/zeta (g Hg/zeta)
	Profundidad del corte (excavación)	Metros/ excavación (m/excavación)
	Altura del corte (material lavado)	Metros/corte (m/corte)
	Tiempo de excavación	Días/excavación (d/excavación)
	Tiempo de lavado	Días/lavado (d/lavado)
<b>Comercialización</b>	N° de vendedores de mercurio	Personas/sitio
	N° de compradores de oro	Personas/sitio
	Costo de mercurio	Dólares americanos/peso de mercurio en gramos (\$ USD/g Hg)
	Costo de oro	Dólares americanos/peso de oro en gramos (\$ USD/ g Au <sub>kilates</sub> )
	Cantidad de mercurio adquirido	Gramos mercurio/mes (g Hg/mes)
	Cantidad de oro vendido	Gramos de oro/día (g Au/d)
	Unidad de comercialización de mercurio	Gramos / onzas / libras de oro (g / oz / lbs Au)
	Pureza de oro comprado (calidad)	Kilates (K)

**Tabla 7.** Variables consideradas para este estudio. *Elaboración:* Equipo de trabajo AGC, 2019

### 2.1.3 Procesamiento de datos

Para estimar las pérdidas de mercurio en la MAPE de oro se desarrollaron 10 modelos base, sobre los cuales se trabajó cada uno de los sitios mineros identificados:

- a) Modelo chancha
- b) Modelo molino chileno y chancha
- c) Modelo molino chileno y chanchilla
- d) Modelo cianuración con molino chileno
- e) Modelo cianuración con molino de bolas
- f) Modelo de cianuración con concentrador gravimétrico y flotación
- g) Modelo de cianuración y flotación
- h) Modelo de flotación sin cianuración
- i) Modelo aluvial
- j) Modelo de winches y chancha



Los 10 modelos mostrados se basan en la descripción de los 5 procesos básicos que se detallan en la sección 1.5.1 anterior. A diferencia de esto, los 10 modelos que se mencionan son una representación matemática desarrollada para poder estimar las liberaciones de mercurio de acuerdo a la naturaleza de las actividades de cada sitio minero con actividades MAPE de oro.

Cada modelo permite un acercamiento a la realidad observada en campo, de tal manera que se maximice el uso de datos recolectados en cada sitio. Los modelos se basan principalmente en actividades de procesamiento y beneficio, dado que el modelo minero en el país gira alrededor de la capacidad de procesamiento; sin embargo, los modelos desarrollados incluyen también actividades de extracción, de tal manera que las estimaciones de pérdida de mercurio en la MAPE Ecuador representen al menos dos actividades.

### a) Modelo chancha

Este modelo se desarrolló para representar a los sitios mineros que utilizan técnicas de extracción primaria, especialmente en minería artesanal. Para estimar la producción de oro y la pérdida de mercurio se utiliza las siguientes variables:

- a) Cantidad de mineros
- b) Cantidad de propietarios de chanchas
- c) Cantidad de molinos amalgamadores o “chanchas”
- d) Cantidad de jancheras
- e) Pureza (quilates o porcentaje de oro/toneladas de mineral)
- f) Cantidad de mineral adicionado a la chancha
- g) Cantidad de mercurio adicionado a la chancha
- h) Cantidad de oro recuperado por cada “chanchada”
- i) Cantidad de mercurio “perdido” en cada chanchada

Este modelo permite incorporar información de primera mano recolectada en campo, pero también permite estimar la pérdida de mercurio y la producción de oro en base a la cantidad de chanchas disponibles en el sitio minero, y a la calidad del mineral que se extrae. El valor que se obtiene representa la cantidad de mercurio que se pierde cada año (toneladas de Hg/año) para el sitio evaluado.

### b) Modelo molino chileno y chancha

Este modelo representa a aquellos sitios mineros que incluyen molienda mediante el uso del molino de ruedas, localmente conocido como molino chileno. Este molino permite moler entre 8 y 20 toneladas de mineral al día, por lo que representa una mayor capacidad de procesamiento que el modelo chancha. Por lo tanto, se incorporó como variables la capacidad de moler que tiene molino chileno y se incorpora un factor de 1/10 para identificar el material gravimétrico. Este valor es luego utilizado en el modelo chancha para estimar la producción de oro y la pérdida de mercurio.

### c) Modelo molino chileno y chanchilla

Este modelo representa únicamente al sitio minero de Nambija ya que los mineros que se asientan en este sitio reemplazaron el uso de chanchas para la amalgamación, y en su lugar utilizan un concentrador gravimétrico conocido localmente como “chanchilla”. Esta modificación les permite a los mineros de este sitio minero reducir las pérdidas de mercurio al comparar con las pérdidas de la chancha.

Para estimar la producción de oro y la pérdida de mercurio se utiliza las siguientes variables:

- Cantidad de molinos chilenos instalados
1. Factor de 1/10 para identificar el material gravimétrico
2. Cantidad de mineral procesado (mineral/año)
3. Mercurio adicionado por propietario de molino (onzas Hg/mes)

Si bien la chanchilla es más eficiente que la chancha al recuperar el mercurio no es necesario identificar la eficiencia en la recuperación de mercurio ya que al final de la semana, todo el mercurio adicionado inicialmente se habrá perdido (liberado al ambiente). Por lo tanto, se utilizó los valores de uso de mercurio y se asume en este modelo que el “Hg perdido” es igual al “Hg adicionado”.

#### **d) Modelo cianuración con molino chileno**

Este modelo se desarrolló para representar a las plantas de beneficio, tanto de Portovelo-Zaruma como de Ponce Enríquez. El método de molienda más difundido es el molino chileno, lo que permite brindar el servicio de beneficio a mineros artesanales. Usualmente se asocian y forman “sociedades” para conseguir un mínimo de 100 toneladas, cantidad mínima requerida para alquilar una planta de beneficio.

La utilización del molino chileno le permite al minero clasificar su mineral por su gravimetría. El material que se sedimenta (mineral gravimétrico) es usualmente amalgamado en chanchas, y en algunos casos excepcionales quemado con ácido para extraer el oro. Debido a que la amalgamación depende en gran medida de la existencia y uso de molinos chilenos, se utilizó como base el modelo 2 “chileno y chancha”.

A este modelo base, se le aplicaron condicionantes en su aplicación dependiendo de la existencia de otras tecnologías en las plantas de beneficio, como:

- a) Molino de bolas
- b) Cianuración
  - i) Sin concentración gravimétrica
  - ii) Con concentración gravimétrica
- c) Flotación
- d) Elusión

La existencia de estas tecnologías minimiza o elimina la posibilidad de utilizar amalgamación como técnica de obtención de oro. Estos modelos se explican a continuación en el documento. En este modelo, antes de incorporar estos supuestos, se asume que una planta de beneficio pequeña obtiene hasta un 30% del oro mediante amalgamación. Técnicamente, y sobre todo económicamente, no justifica obtener valores superiores de oro mediante amalgamación al disponer de las otras tecnologías. Por lo tanto, se utiliza este factor como límite teórico en los modelos de Portovelo – Zamora y Ponce Enríquez.

#### **e) Modelo cianuración con molino de bolas**

Este modelo se utiliza para representar aquellas plantas de beneficio que tienen cianuración pero que no utilizan amalgamación. El criterio utilizado para identificar estas plantas es que tengan molino de bolas pero que no tengan concentrador gravimétrico.

#### **f) Modelo de cianuración con concentrador gravimétrico y flotación**

Este modelo se utiliza para representar plantas de beneficio medianas y grandes, por la capacidad de molienda de los molinos de bolas. En este modelo se reduce a 10% el factor de obtención de oro mediante amalgamación. En este tipo de plantas se utiliza la amalgamación para recuperar de manera rápida el oro “pesado” que se acumula en el material de limpieza de los concentradores gravimétricos.

En estas plantas, se estima la cantidad de material que se obtiene del lavado de los concentradores gravimétricos y se aplica el modelo de chancha con las siguientes correcciones para estimar el mercurio perdido:

- a) Mercurio añadido (2 libras)
- b) Mercurio recuperado (80% debido al uso de retortas)
- c) Mercurio perdido (20%)

**g) Modelo de cianuración y flotación**

Este modelo utiliza los mismos supuestos que el modelo de cianuración con concentrador gravimétrico para estimar las pérdidas de mercurio. La diferencia es que en este modelo se incrementa la recuperación de oro mediante la obtención de concentrados en los procesos de flotación.

**h) Modelo de flotación sin cianuración**

En este modelo se aplica para aquellas plantas que utilizan exclusivamente molino de bolas y que cargan directamente al proceso de flotación, sin pasar por el proceso de cianuración. En este modelo no es posible el uso de amalgamación, por lo que no se estima pérdida de mercurio.

**i) Modelo aluvial**

Este modelo se desarrolló para representar los sitios mineros en los que se desarrollan actividades mineras en lechos de río y cortes aluviales. Para estimar la producción de oro y la pérdida de mercurio se consideran las siguientes variables:

- a) Cantidad de sarandas clasificadoras (zetas)
- b) Cantidad de retroexcavadoras utilizadas por cada zeta
- c) Tiempo requerido para remover el material inerte
- d) Tiempo requerido para lavar el material aluvial que contiene oro
- e) Tiempo efectivo de trabajo (6 meses porque en invierno detienen las actividades)
- f) Mercurio adicionado por día de lavado
- g) Mercurio perdido por día de lavado

**j) Modelo de winches y chancha**

Este modelo se desarrolló para representar las condiciones de trabajo del sitio minero de Buenos Aires. A la fecha de ejecución de este inventario, Buenos Aires presentó la mayor cantidad de mineros artesanales no regularizados y con las peores condiciones de seguridad. Debido a esto último, el acceso a los sitios de extracción y procesamiento fueron limitados, por lo que se construyó un modelo que utiliza la información primaria levantada en campo junto con información de referencia.

En una primera fase se determina la capacidad de producción del sitio minero al estimar la capacidad de transporte de los “winches” instalados en el sitio. Si bien existen otras formas de transporte, éstas son rudimentarias poco utilizadas, por lo que su omisión no es representativa en este modelo.

Una vez definida la capacidad de producción, se fracciona la producción en tres grandes grupos:

- a) Procesamiento con chanchas (amalgamación)
- b) Procesamiento con cianuración (piscinas in-situ)
- c) Procesamiento ex situ (transporte a Portovelo y Ponce Enríquez)

Para el procesamiento con chanchas se utiliza el modelo “chanchas” con los siguientes supuestos:

- a) Mercurio añadido (2 libras)
- b) Mercurio recuperado (50% debido al uso de retortas)
- c) Mercurio perdido (50%)

Los otros dos supuestos se utilizan para estimar la producción total de oro de este sitio minero.

## 2.2 Estimaciones de referencia del mercurio utilizado en MAPE de oro

### 2.2.1 Recopilación y análisis de datos: procedimientos y herramientas

Para la recopilación de la información en campo, el equipo técnico de campo incluyó un coordinador, un experto y dos especialistas técnicos. El equipo acudió a cada uno de los sitios mineros presentados en este informe y mantuvo entrevistas semiestructuradas orientadas a identificar el tipo de minería que se practica en el sitio, la cantidad de mineros involucrados, el tipo de material que se extrae, los métodos de extracción y procesamiento, el uso de mercurio, la forma de comercio, y la estructura de la organización local. El levantamiento de información se coordinó y ejecutó de manera conjunta con el personal encargado del componente Salud, por lo que el equipo técnico de campo tuvo acceso al personal de Salud de la localidad. Esta estrategia fue especialmente útil en sitios mineros de difícil acceso, ya que el personal de Salud tiene alcance nacional, y tiene presencia inclusive en sitios mineros poco accesibles o con cierto nivel de tensión social.

El trabajo de campo inició en septiembre de 2018 mediante la implementación de un taller práctico guiado por un experto internacional de AGC en los sitios mineros de Chinapintza y Nambija, ubicados en la zona sur del país. En el taller, el experto apoyó en campo durante la recolección de información, orientando al equipo en técnicas de entrevista que permitieron contrastar la información el momento de estimar, tanto la producción de oro como el uso y pérdida de mercurio. En el taller se estructuró la base de información utilizada como respaldo de este inventario, y se desarrolló varios ejercicios prácticos sobre las estimaciones de producción de oro, uso/pérdida de mercurio y cálculo de la relación Hg:Au que se presentan en este informe. En el desarrollo del taller se trabajó métodos para identificar información de extracción de material de las minas, identificar información de procesamiento e identificar información de comercialización de oro local y zonal.

Un hallazgo importante de campo fue lo gravitante que son los sitios mineros de Zaruma-Portovelo y Ponce Enríquez para el sector MAPE de oro de Ecuador, dado que reciben y procesan la gran mayoría del mineral extraído en el país. En el resto de los sitios mineros el procesamiento de mineral es mucho menor, y se limita principalmente a obtener suficiente dinero para mantener la explotación hasta alcanzar los volúmenes requeridos por las plantas de beneficio instaladas en Zaruma-Portovelo y Ponce Enríquez.

El equipo técnico visitó todos los sitios mineros presentados en este informe en cuatro salidas de campo desarrolladas entre septiembre y diciembre de 2018. La primera salida incluyó a los sitios ubicados en la zona sur y en la zona centro sur. La segunda salida incluyó la zona centro y centro norte. Finalmente, se visitó la zona norte que incluye los sitios mineros más conflictivos en la actualidad: Buenos Aires en Imbabura, y las cuencas de los ríos Santiago y Bogotá en el norte de Esmeraldas. En diciembre se incluyó una última salida para contrastar datos con los técnicos de ARCOM de la zona sur, ya que allí se encuentra la sede principal de esta institución.

El cuadro abajo presenta los sitios mineros visitados, su localización y el tipo de extracción y procesamiento utilizados en cada uno de los sitios.

Zona Senplades	Provincia	Sitio Minero	Extracción	Modelo Utilizado
ZONA 1	Imbabura	1. Íntag	Primaria	Modelo 5
		2. Buenos Aires	Primaria	Modelo 10
		3. Carolina	Primaria	Modelo 6
		4. Lita	Aluvial	Modelo 9
	Carchi	5. Cielito	Primaria	Modelo 6
	Esmeraldas	6. Río Santiago	Aluvial	Modelo 9
		7. Río Bogotá	Aluvial	Modelo 9
ZONA 2	Napo	8. Ahuano	Aluvial	Modelo 9
		9. Misahuallí	Aluvial	Modelo 9
		10. Arosemena Tola	Aluvial	Modelo 9
	Pichincha	11. Pacto	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
ZONA 3	Chimborazo	12. Cumandá	Primaria	Modelo 1
	Bolívar		Primaria	Modelo 1
	Cotopaxi	13. La Maná	Aluvial	Modelo 9
		14. California	Aluvial	Modelo 9
ZONA 6	Azuay	15. Ponce Enríquez	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
		16. Chordeleg	NA	NA*
ZONA 7	Zamora	17. Chinapintza	Primaria	Modelo 1 y 2
		18. Nambija	Primaria	Modelo 3
		19. Alto Nangaritzza	Aluvial	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
		20. Chito	Primario Aluvial	Modelos 4, 5, 6, 7 8 y 9
	Loja	21. Célica	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
		22. Cariamanga	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
	El Oro	23. Zaruma – Portovelo	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
		24. Santa Rosa	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8
		25. Pasaje	Primaria	Modelos 4, 5, 6, 7 y 8

\* No se estimó valores adicionales de emisión de mercurio en Chordeleg porque estos valores ya se asumieron en los sitios mineros de donde se obtuvo el mineral.

**Tabla 8.** Resumen del tipo de extracción y procesamiento por Sitio Minero

### Zona 1 – Norte (Esmeraldas, Carchi e Imbabura)

En la zona norte se identificaron los sitios mineros Río Bogotá y Río Santiago, ubicados en los cantones de San Lorenzo y Eloy Alfaro, provincia de Esmeraldas. En estos sitios mineros se identificaron 2 sitios aluviales de pequeña minería, uno con 2 sistemas tipo zaranda (**Tabla 9**) y el otro con 10 zarandas (**Tabla 10**). La recolección de información de estos sitios se canalizó a través de actores presentes en la zona, como personal de salud pública, representantes de juntas parroquiales, un comerciante de oro y técnico de una institución de control. Se visitó un total de 12 comunidades, sin acceder a los sitios de extracción por advertencia de seguridad por parte de los entrevistados. Mediante entrevistas semiestructuradas se pudo determinar la cantidad de zarandas tipo Zeta, retroexcavadoras, tiempo y frecuencia de lavado de mineral, mercurio adicionado, oro producido y cantidad de mineros relacionados a esta actividad.

Sitio minero	Río Bogotá	# Mineros	28
Sistema de procesamiento	Zaranda tipo Zeta	Kg Au 24K producido/año	42
Número de sistemas	2	Mercurio perdido ton/año	0,47
Pureza del oro (kilates)	23	Relación Hg:Au	11,08

**Tabla 9.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Esmeraldas pequeña minería. Elaboración: AGC, 2019

Sitio minero	Río Santiago	# Mineros	140
Sistema de procesamiento	Zaranda tipo Zeta	Kg Au 24K producido/año	195
Número de sistemas	10	Mercurio perdido ton/año	2,07
Pureza del oro (kilates)	23	Relación Hg:Au	10,08

**Tabla 10.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Esmeraldas Artesanal. Elaboración: AGC, 2019

El sitio minero de Buenos Aires, ubicado en la provincia de Imbabura, es el sitio minero más conflictivo desde una perspectiva social, ambiental e incluso de seguridad personal. El personal técnico de campo ingresó al sitio en calidad de “compradores” de oro y pudo obtener la información de primera mano respecto a la dinámica comercial de la zona, e información del sitio minero mediante diálogo con el vendedor de mineral extraído. Para este sitio minero se obtuvo información de: número de winches, capacidad de transporte de winches, peso de bultos, concentración de oro por bulto, chanchas ubicadas en la zona, cantidad de piscinas de lixiviación, población minera, y en general, información de la dinámica comercial que opera en este sitio.

Sitio minero	Buenos Aires	# Mineros	5000
Sistema de procesamiento	Chanchas	Kg Au 24K producido/año	3520
Número de sistemas	80	Mercurio perdido ton/año	4,36
Pureza del oro (kilates)	10	Relación Hg:Au	1,24

**Tabla 11.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Buenos Aires. Elaboración: AGC, 2019

En esta zona también se identificó el sitio minero Intag donde opera legalmente la Mina Corazón. En este sitio se extrae un compuesto polimetálico oro-plata en galerías, que luego es procesado en una planta con capacidad instalada de 100 toneladas de mineral por día. El mineral se tritura con molinos de bolas y para luego ser procesado mediante cianuración, por lo que no se estimó uso de mercurio.

En total, en la zona Norte se pierden 6,9 toneladas de mercurio para producir un total de 3,76 t de Au<sub>24K</sub> al año. A un precio promedio de \$35 dólares el gramo de oro, esta producción genera una dinámica comercial de \$131 460 millones de dólares al año.

## Zona 2 – Centro Norte (Pichincha y Napo)

En la zona centro-norte se identificaron tres sitios mineros (San Gerónimo, El Dorado y Misahualli) ubicados en el Tena, provincia de Napo. En estos sitios se identificó un operador minero aluvial calificado como pequeña minería, y el resto de las actividades no se encuentran regularizadas. En total se identificaron siete zetas, de las cuales una corresponde a pequeña minería y las seis restantes a minería artesanal. En estos sitios mineros fue posible acercarse a los lugares donde se desarrolla la actividad y entrevistar a operadores de maquinaria, jornaleros, capataces y jancheros ubicados en la zona. En este sitio minero se obtuvo testimonios que indican producciones de oro de 0,7 (promedio) hasta 1,2 kg de Au<sub>23K</sub> por día en actividades aluviales de pequeña minería.

La operación aluvial se divide en dos grandes actividades: movimiento de tierras y lavado de mineral. En pequeña minería se demoran 7 días en movimiento de tierras para “buscar el corte” y luego permanecen 4 días “lavando” el material que contiene oro gravimétrico. De igual manera, en escala artesanal realizan las mismas actividades, pero se demoran 4 días buscando el corte y 2 días lavando mineral. La operación de pequeña minería puede durar hasta 10 meses y la operación de minería artesanal aproximadamente 6 meses, ya que las máquinas se quedan atrapadas en el lodo en la época lluviosa.

El uso de mercurio se obtuvo por entrevistas a compradores de oro y ex operadores de actividades aluviales, quienes indican un uso entre “media botella” y “una botella” de mercurio, es decir: entre 6,9 y 13,8 kg de mercurio por día de lavado. No se pudo acceder a la “caja” donde se aplica el mercurio pues también es el lugar donde se recupera el oro. El minero que realiza actividades aluviales es muy celoso de esta “caja”, pues están constantemente expuestos a robos.

Sitio minero	Tena	# Mineros	ND*
Sistema de procesamiento	Zaranda tipo Zeta	Kg Au 24K producido/año	42
Número de sistemas	1	Mercurio perdido ton/año	0,30
Pureza del oro (kilates)	23	Relación Hg:Au	7,20

**Tabla 12.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Tena pequeña minería. \*ND: Dato no disponible. Elaboración: AGC, 2019

Sitio minero	Tena	# Mineros	84
Sistema de procesamiento	Zaranda tipo Zeta	Kg Au 24K producido/año	123
Número de sistemas	6	Mercurio perdido ton/año	1,24
Pureza del oro (kilates)	23	Relación Hg:Au	11,08

**Tabla 13.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Tena artesanal. Elaboración: AGC, 2019

En el sitio minero de Pacto, provincia de Pichincha, se identificó una mina de pequeña escala que extrae mineral en galería y lo transporta al sur del país, al sitio minero de Ponce Enríquez. Por lo tanto, no hay uso de mercurio en este sitio.

En total, en la zona norte se pierden 1,54 toneladas de mercurio para producir un total de 0,157 t de Au<sub>24K</sub> al año. A un precio promedio de \$35 dólares el gramo de oro, esta producción genera una dinámica comercial de \$5,5 millones de dólares al año.

### Zona 3 – Centro (Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar)

En la zona centro se identificaron dos sitios mineros, Cumandá y Chillanes, los cuales están ubicados en dos provincias diferentes, Chimborazo y Bolívar. Al ser Cumandá el lugar con mayor dinámica se mantiene con cabecera de este sitio minero. Para recolectar información, se acudió a una mina ubicada en Chillanes y un sitio abandonado conocido como “Alvarado”. En Cumandá se visitó comunidades en las cuales la minería juega un papel secundario ya que actualmente el lugar está concesionado, y el adjudicatario de esa concesión mantiene seguridad en la zona para evitar actividades mineras artesanales. Sin embargo, parte de la población practica minería de manera eventual y utilizan una de las 3 plantas que tienen un total de 8 chanchas. Los mineros acumulan entre 20 a 30 bultos para poder pagar el transporte hasta las chanchas. En este sitio cargan de 2 a 3 bultos por chancha y adicionan 3 onzas de mercurio para recuperar unos 5 gramos de Au<sub>18K</sub>.

Sitio minero	Cumandá	# Mineros	35
Sistema de procesamiento	Chanchas	Kg Au 24K producido/año	14
Número de sistemas	8	Mercurio perdido ton/año	0,24
Pureza del oro (kilates)	18	Relación Hg:Au	11,49

**Tabla 14.** Estimación de Perdida de mercurio de Cumandá. Elaboración: AGC, 2019

En el sitio minero de la Maná, provincia de Cotopaxi, se identificó un sitio con actividades aluviales. Este sitio minero tiene la peculiaridad de tener un corte profundo de aproximadamente 25 metros. Debido a esta característica, el operador realiza movimiento de tierras durante 21 días para luego lavar durante 12 días. Su operación funciona entre 9 a 10 meses, y se detiene en época lluviosa. A pesar de ser una operación legal, es difícil el control del uso de mercurio ya que los técnicos de control se encuentran en una ciudad ubicada en otra provincia. El capataz y sus operadores respondieron la entrevista semiestructurada, pero no permitieron el acceso a las zetas, por lo que se asume el uso de 6,9 kg de Hg por día. En este sitio se obtienen rendimientos entre 0,5 y 1,0 kg Au<sub>23K</sub> por día de lavado.

Sitio minero	La Maná	# Mineros	84
Sistema de procesamiento	Zaranda tipo Zeta	Kg Au 24K producido/año	251
Número de sistemas	6	Mercurio perdido ton/año	1,81
Pureza del oro (kilates)	23	Relación Hg:Au	7,20

**Tabla 15.** Estimación de Pérdida de Mercurio – La Maná. Elaboración: AGC, 2019

En total, en la zona Centro se liberan 2,05 toneladas de mercurio para producir un total de 0,265 t de Au<sub>24K</sub> al año. A un precio promedio de \$35 dólares el gramo de oro, esta producción genera una dinámica comercial de \$9,3 millones de dólares al año.

### Zona 6 – Centro sur (Azúay)

El sitio minero de Ponce Enríquez es el segundo sitio minero más grande del país, ubicado en la provincia del Azúay, representa uno de los sitios de mayor actividad de minería MAPE de oro del país. La mayoría de las actividades de pequeña minería se encuentran asociadas y regularizadas a través de la Cooperativa Bella Rica. En este estudio se analizó un total de 12 plantas de beneficio que tienen instalados molinos chilenos, por lo que se deduce el uso de mercurio en el mineral asentado en la pista del molino. A pesar de que muchas de las plantas de beneficio ubicadas en el sitio minero incluyen procesos de cianuración, flotación, e incluso biolixiviación, todavía utilizan procesos de molienda que facilitan la aplicación de amalgamación. Se visitó varias plantas de beneficio, donde se verificó los procesos implementados y el origen del material. La mayoría de estas plantas reciben material de al menos 4 sitios, tanto del sitio minero de Ponce Enríquez como de otros sitios mineros del país. En este sitio se tuvo acceso a los gerentes de operación, administradores, encargados ambientales y laboratoristas. Los trabajadores no están autorizados a contestar entrevistas, por lo que no se tuvo acceso a su criterio en este sitio. La posición de uso de mercurio fue negada rotundamente, a pesar de mantener molinos chilenos en operación. La producción de oro no fue develada, se refieren siempre a la cantidad reportada anualmente a través de la Cooperativa Bella Rica.

En el poblado de Bella Rica se ubican una serie de plantas con chanchas que son utilizadas por los mineros artesanales y por las jancheras para procesar su material. De acuerdo con un taller mantenido con una asociación de jancheras, existirían al menos 1500 personas dedicadas a la minería artesanal. Las plantas de chanchas atraen a sus clientes entregándoles el mercurio “gratis” a cambio de los relaves que resultan luego de amalgamar el oro en la chancha. Estos relaves son luego vendidos a las plantas de beneficio que los aprovechan en sus procesos de cianuración, lo que provoca relixiviación de mercurio. En este sitio minero se entrevistó a la mayoría de los propietarios de las plantas de chanchas, sus asistentes, e incluso mineros/jancheras que estaban haciendo uso de las instalaciones al momento de



la entrevista. Una janchera utiliza en promedio 1 onza de mercurio en una chanchada y recupera aproximadamente 2 gramos de Au<sub>20K</sub>. Los mineros que pueden extraer material de mina utilizan en promedio 3 onzas en una chanchada y recuperan aproximadamente 5 gramos de Au<sub>20K</sub>. La pérdida de mercurio en promedio es del 50% en estos procesos.

<b>Sitio minero</b>	Ponce Enríquez	<b># Mineros</b>	1500
<b>Sistema de procesamiento</b>	Chanchas	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	1110
<b>Número de sistemas</b>	126	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	2,44
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	20	<b>Relación Hg:Au</b>	2,19

**Tabla 16.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Ponce Enríquez Chanchas. Elaboración: AGC, 2019

<b>Sitio minero</b>	Ponce Enríquez	<b># Mineros</b>	745
<b>Sistema de procesamiento</b>	Plantas de Beneficio	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	329
<b>Número de sistemas</b>	12	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	0,15
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	23	<b>Relación Hg:Au</b>	0,45

**Tabla 17.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Ponce Enríquez Plantas de Beneficio. Elaboración: AGC, 2019

El sitio minero de Chordeleg es un centro joyero del país ubicado a una media hora de Cuenca, capital del Azuay, y reconocido por su joyería de oro y plata a nivel mundial. En este lugar existen varios talleres de fundición que abastecen los más de 100 almacenes de joyas ubicados alrededor de la plaza central, y varias joyerías de Cuenca, Guayaquil y Quito. En este sitio minero es evidente la exposición de los fundidores y emisión de mercurio al aire, por lo que se recomienda su inclusión en el Plan de Acción a pesar de no contar con un estimado en este inventario debido al recelo de los propietarios de los talleres y joyerías de entregar información de su negocio a un tercero.

En total, en la zona norte se liberan 2,59 toneladas de mercurio para producir un total de 1,4 t de Au<sub>24K</sub> al año. A un precio promedio de \$35 dólares el gramo de oro, esta producción genera una dinámica comercial de \$50,4 millones de dólares al año.

### Zona 7 – Sur (El Oro, Loja y Zamora Chinchipe)

La zona 7 alberga al sitio minero más grande del país, Zaruma-Portovelo, ubicado en la provincia de El Oro. Es un sitio minero con más de 100 años de antigüedad, en el que se encuentran instaladas cerca de 77 plantas de beneficio. Algunas de las cuales con capacidad de procesar hasta 300 t de mineral por día. Zaruma – Portovelo es sin duda el corazón del sector MAPE de oro en Ecuador, por lo que su análisis es central, tanto para la producción de oro como para el uso de mercurio. Los sitios de Piñas, Santa Rosa en la Provincia de El Oro, y Cariamanga en Loja abastecen de mineral de forma directa a este sitio minero, por lo que no se segrega el cálculo en esta sección, sino que se presenta como parte del mismo sitio minero.

En este sitio minero el análisis se enfocó únicamente en el procesamiento, para lo cual se clasificó las plantas de beneficio en pequeñas (20 ton mineral/día), medianas (hasta 100 ton mineral/días) y grandes entre 100 a 300 ton mineral/día. En las plantas pequeñas y medianas el factor determinante de uso de mercurio es el uso del molino chileno ya que se procesa el concentrado gravimétrico mediante amalgamación. Para las plantas grandes, se verificó el uso de amalgamación en material de lavado de los concentradores gravimétricos instalados.

El acceso a este sector se realizó a través de la asociación de plantas de beneficio – APROPLASMIN – quienes facilitaron la comunicación, coordinación y acceso a más 30 plantas de beneficio. Durante las visitas, se pudo entrevistar a propietarios, administradores y operadores. En una de las plantas de beneficio se registró todo el proceso de amalgamación, desde la carga del material a la chancha, la adición de 2 libras de mercurio, la recuperación de una amalgama

de más de un kilogramo, el quemado con retorta y la recuperación del 80% del mercurio de la amalgama, una bola de oro esponja de casi 500 gramos y una placa de oro fundido de 414 gramos de oro de 23,5 kilates.

<b>Sitio minero</b>	Portovelo	<b># Mineros</b>	ND*
<b>Sistema de procesamiento</b>	Planta de beneficio	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	1497
<b>Número de sistemas</b>	77	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	0,66
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	23	<b>Relación Hg:Au</b>	0,44

**Tabla 18.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Portovelo. ND: Dato no colectado. Elaboración: AGC, 2019

El sitio minero de Chinapintza es uno de los nuevos sectores de extracción minera en el país. En este sitio tiene una comunidad instalada agrupada en cerca de 70 sociedades de mineros artesanales que dinamizan este sector extrayendo un recurso polimetálico de oro-plata. De acuerdo a las entrevistas levantadas en campo con socios de minas, propietarios de chanchas, obreros, comerciantes, transportistas y compradores de oro, el mineral es de bajo kilataje, aproximadamente 13 kilates. Esto se debe principalmente al alto contenido de plata que tiene el mineral. Cada sociedad minera opera al menos una mina con trabajadores pagados por los socios. Al día, un trabajador puede extraer unos 4 bultos de 46 kilos. Acumulan el material una semana para llevar a la chancha o al molino chileno. Para las chanchas, no es necesario acumular tanto material, pues se necesitan de 2 a 3 bultos por chanchada. En cada chanchada el minero obtiene unos 5 gramos de oro de 13 kilates luego de aplicar 3 onzas de mercurio. Las jancheras también son usuarias de las chanchas, pero con material de menor concentración, por lo que obtienen en promedio 2 gramos de oro de 13 kilates luego de aplicar 1 onza de mercurio. Excepcionalmente, los “sableros” o ladrones de las minas aprovechan la noche para extraer un par de bultos de material seleccionado que les permite obtener hasta 1 kilo de oro aplicando 2 libras de mercurio. En general, la pérdida de mercurio en este sistema es del 50% del mercurio aplicado.

<b>Sitio minero</b>	Chinapintza	<b># Mineros</b>	700
<b>Sistema de procesamiento</b>	Chanchas	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	424
<b>Número de sistemas</b>	150	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	2,61
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	13	<b>Relación Hg:Au</b>	6,16

**Tabla 19.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Chinapintza Chanchas. Elaboración: AGC, 2019

El molino chileno requiere al menos 10 toneladas de mineral para poder operar un ciclo completo, esto quiere decir que se requieren al menos 200 bultos para utilizar esta alternativa. Una vez molido el mineral concentrado con oro se acumula en la “pista” y se lo procesa en una chancha. Es posible extraer entre 500 a 1000 gr de oro de 13 kilates aplicando 2 libras de mercurio. La pérdida de mercurio es igualmente 50% porque se adiciona en una chancha. Si bien en Chinapintza existen 20 molinos chilenos, la mayoría de los propietarios de mina prefieren llevar su mineral a Portovelo, ya que tienen técnicas más efectivas de procesamiento, y sobre todo de mayor escala. Por lo que solo una fracción del mineral se procesa en Chinapintza, la mayoría se va al sitio minero de Zaruma-Portovelo.

<b>Sitio minero</b>	Chinapintza	<b># Mineros</b>	700
<b>Sistema de procesamiento</b>	Molino Chileno	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	897
<b>Número de sistemas</b>	20	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	1,82
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	13	<b>Relación Hg:Au</b>	2,02

**Tabla 20.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Chinapintza Chileno. Elaboración: AGC, 2019

Nambija también es un sitio minero histórico en la MAPE de oro de Ecuador. Este pueblo minero tuvo sus mejores días en las décadas de 1980 a 1990 cuando alcanzó una población de 10 000 mineros. Desarrolló su modelo extractivo con

malas prácticas, tanto técnicas como socio-ambientales, y hoy permanece un remante de cerca de 1500 mineros que ya han amortizado su inversión y le están sacando lo último disponible a este sitio. Un total 330 mineros asociados en ASONAMBIL cuentan con 63 molinos chilenos que procesan aproximadamente 100 toneladas semanales perdiendo un poco más de 2,3 libras de mercurio al mes.

<b>Sitio minero</b>	Nambija	<b># Mineros</b>	1500
<b>Sistema de procesamiento</b>	Molino Chileno	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	791
<b>Número de sistemas</b>	63	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	1,95
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	21	<b>Relación Hg:Au</b>	2,47

**Tabla 21.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Nambija Chileno. Elaboración: AGC, 2019

San Carlos es un pequeño sitio minero que cuenta con permiso de operación aluvial para pequeña minería. Cuenta con 4 zetas que le permiten extraer cerca de 500 gramos de oro por lavado. Al igual que otros sitios mineros aluviales, utilizan 6,9 kilos de mercurio por día de lavado, perdiendo la mitad de ese mercurio en el ambiente.

<b>Sitio minero</b>	San Carlos	<b># Mineros</b>	56
<b>Sistema de procesamiento</b>	Zaranda tipo Z	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	78
<b>Número de sistemas</b>	4	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	0,85
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	23	<b>Relación Hg:Au</b>	11,08

**Tabla 22.** Estimación de Pérdida de Mercurio – San Carlos. Elaboración: AGC, 2019

Alto Nangaritza es un joven sitio minero con un modelo de extracción bastante agresivo, pues los testimonios indican que en medio del territorio de la nacionalidad Shuar estaría operando cerca de 100 retroexcavadoras en el lecho del río. Se estima que estarían instaladas unas 64 zetas, que producen entre 333 y 500 gramos de oro de 23 kilates aplicando 6,9 kilos de mercurio. En este modelo de minería aluvial se debe incluir a los jancheros que se acumulan aguas abajo de la zeta para aprovechar el oro que deja ir la máquina.

<b>Sitio minero</b>	Nangaritza	<b># Mineros</b>	448
<b>Sistema de procesamiento</b>	Zaranda tipo Z	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	625
<b>Número de sistemas</b>	64	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	6,81
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	23	<b>Relación Hg:Au</b>	11,08

**Tabla 23.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Nangaritza. Elaboración: AGC, 2019

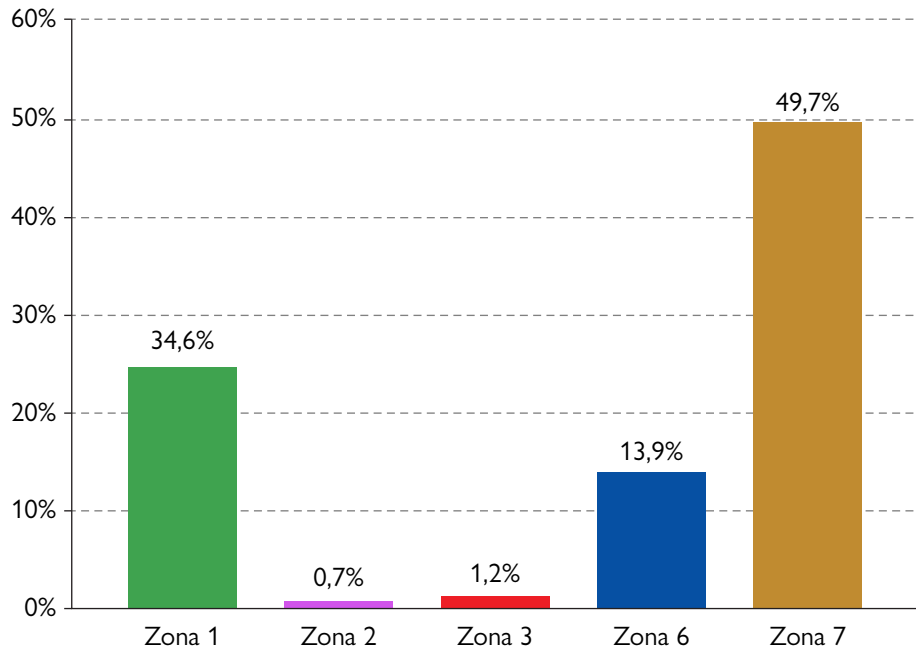
Chito es uno de los sitios mineros más lejanos del país, en el cual se extrae mineral primario para ser transportado a Portovelo. Adicionalmente, existen unas 8 zetas distribuidas en las diferentes cuencas hídricas del cantón, que dedican 6 meses al año a extraer unos 333 gramos de oro por cada día de lavado. Al igual que otros sitios mineros, aplican 6,9 kg de mercurio y pierden el 50% al ambiente.

<b>Sitio minero</b>	Chito	<b># Mineros</b>	112
<b>Sistema de procesamiento</b>	Zaranda tipo Z	<b>Kg Au 24K producido/año</b>	140
<b>Número de sistemas</b>	8	<b>Mercurio perdido ton/año</b>	1,66
<b>Pureza del oro (kilates)</b>	22	<b>Relación Hg:Au</b>	11,79

**Tabla 24.** Estimación de Pérdida de Mercurio – Chito. Elaboración: AGC, 2019

En total, en la zona Sur se liberan 16,36 toneladas de mercurio para producir un total de 3,699 kg de Au<sub>24k</sub> al año. A un precio promedio de \$35 dólares el gramo de oro, esta producción genera una dinámica comercial de \$129,5 millones de dólares al año.

A manera de resumen en el siguiente gráfico se muestra la cantidad de oro que se produce en la MAPE de oro por cada zona de estudio.



**Figura 22.** Producción de oro en la MAPE por Zonas en el Ecuador

No	Sitio minero	Tipo de minería	Método de Beneficio	Producción Anual de Oro por Amalgamación	Mercurio Perdido al ambiente (agua, suelo y aire)	Relación Hg: Au	Población Minera	Mercado Anual - Venta de Oro
				Kg Au / año	Ton Hg / año	Hg : Au	Mineros	\$USD / año
1	Chinapintza	Primario	Chanchas	424,13	2,61	6,16	700	\$ 16 965 000,00
		Primario	Molino Chileno	896,80	1,82	2,02	700	\$ 35 871 964,68
2	Nambija	Primario	Chanchilla	791,25	1,95	2,47	1500	\$ 31 650 000,00
3	Nangaritza	Lecho de río	Zetas	598,00	6,62	11,08	448	\$ 23 920 000,00
		Lecho de río	Jancheros	26,88	0,19	7,09		\$ 1 075 200,00
4	San Carlos	Aluvial	Zetas	74,75	0,83	11,08	56	\$ 2 990 000,00
		Aluvial	Jancheros	3,36	0,02	7,09		\$ 134 400,00
5	Chito	Aluvial	Zetas	140,40	1,66	11,79	112	\$ 5 616 000,00
		Aluvial	Jancheros	6,72	0,05	7,09		\$ 268 800,00
6	Portovelo	Primario	Plantas de beneficio	1497,07	0,66	0,44	-	\$ 59 882 973,64
7	Ponce Enríquez	Primario	Chanchas	1110,10	2,44	2,19	1500	\$ 44 404 000,00
		Primario	Plantas de beneficio	328,63	0,15	0,45	745	\$ 13 145 230,00
8	Cumandá	Primario	Chanchas	20,48	0,24	11,49	35	\$ 819 000,00
9	La Maná	Aluvial	Zetas	250,91	1,81	7,20	84	\$ 10 036 363,64
10	Tena (Pequeña Min)	Aluvial	Zetas	41,82	0,30	7,20	84	\$ 1 672 727,27
	Tena (Artesanal)	Lecho de río	Zetas	112,13	1,24	11,08	84	\$ 4 485 000,00
		Lecho de río	Jancheros	4,83	0,04	7,39		\$ 193 200,00
		Lecho de río	Dragas	6,40	0,05	8,51		\$ 256 000,00
11	Buenos Aires	Primario	Chanchas	3520,00	4,36	1,24	5000	\$ 140 800 000,00
12	Esmeraldas (Pequeña Min)	Primario	Chanchas	42,05	0,47	11,08	140	\$ 1 681 875,00
	Esmeraldas (Artesanal)	Aluvial	Zetas	186,88	2,07	11,08	140	\$ 7 475 000,00
		Aluvial	Jancheros	8,05	0,06	7,39	140	\$ 322 000,00
<b>Total</b>				<b>10 091,62</b>	<b>29,63</b>	<b>-</b>	<b>11 468</b>	<b>\$ 403 664 734,23</b>

Tabla 25. Inventario MAPE Ecuador



### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La pérdida estimada de mercurio anual para el sector de la MAPE de oro en Ecuador es de 29,6 toneladas. Este valor se obtuvo al visitar 20 de los 25 sitios mineros identificados en el país en el año 2018. La relación de Hg:Au varía entre 0,45:1 para sitios mineros que utilizan retortas, hasta 11,79:1 para sitios con minería aluvial en donde el uso del mercurio no tiene control. Entre los lugares más destacados por el uso y liberación de mercurio se encuentran Buenos Aires, Nangaritza, Chinapintza, Nambija, La Maná y Esmeraldas.
2. La dispersión en la relación Hg:Au se debe al tipo de tecnología o proceso usado en cada sitio minero. Por ejemplo, existen lugares como Nambija donde la adopción de nuevas tecnologías ha disminuido el uso de Hg, que en comparación a lugares como Esmeraldas o Nangaritza caracterizados por minería aluvial y con poca tecnificación al momento de procesar oro, se requiere mayor cantidad de mercurio por operación.
3. Otra razón para la dispersión en la relación Hg:Au es el control del Estado para regular la actividad mediante controles, implementación de mejores prácticas y tecnología. Es evidente el avance de este trabajo en sitios mineros consolidados y regularizados, especialmente de minería primaria, como Portovelo-Zaruma o Ponce Enríquez. A diferencia de sitios mineros no regularizados como Chinapintza y Buenos Aires, y todos los sitios mineros con minería aluvial, donde las pérdidas de mercurio son significativamente más altas que en los sitios mineros con minería primaria.
4. La producción de oro estimada para el año 2018 fue de 23,6 toneladas de oro, de las cuales 10,1 toneladas serían obtenidas mediante amalgamación – uso de mercurio. El resto del oro es producido a partir de la utilización de otras metodologías donde se usa el cianuro o la concentración por flotación como métodos de extracción de oro.
5. La MAPE de oro en Ecuador se agrupará en 5 zonas en base a criterios administrativos definidos por la Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES): Zona Norte (1), Zona Centro Norte (2), Zona Centro (3), Zona Centro Sur (6) y Zona Sur (7). Esta clasificación facilitará la implementación del Plan Nacional de Acción (requerido en el Convenio de Minamata) ya que se ajusta a la estructura de planificación del Estado. Las diferentes instituciones como Ministerios, Agencias, Institutos podrán designar recursos y personal sin afectar sus Planes de Organización Anual.
6. En total se identificaron 25 sitios mineros donde se produce oro, de los cuales 16 utilizan la extracción primaria de oro, mientras que en diez sitios se desarrolla la actividad aluvial para la obtención de oro (en el sitio minero de Chito existe tanto la minería primaria como la aluvial).
7. Durante el desarrollo del inventario en campo, se identificaron cinco sitios mineros con uso directo de mercurio, a través de la amalgamación en chanchas, y diez sitios mineros con procesos del tipo aluviales, donde se presenta amalgamación en las zetas, el platoneo y las dragas. En los otros sitios mineros no fue identificado el uso de mercurio. El mineral se transporta directamente a Portovelo
8. Concluimos que la mayoría del mineral, cerca del 60%, es transportado para ser procesado de Portovelo y Ponce Enríquez, donde el uso de molinos chilenos todavía permite el uso de amalgamación, a pesar de todas las mejoras aplicadas en estos sitios mineros.

9. Se han identificado aproximadamente 11 500 mineros que participan o trabajan directamente en los sitios visitados a nivel nacional que cubre aproximadamente el 80% de los lugares que se conoce donde hay actividades de MAPE.
10. En total, se estima que la MAPE de oro representa cerca de 900 millones de dólares en ventas al año, lo que da una media de \$82 mil dólares al año por minero, tomando en cuenta el número de mineros 11 500, que se estimaron en este estudio. El sector MAPE de oro representa un sector de ingresos altos respecto del resto de sectores productivos del país. Sin embargo, gran cantidad de este dinero permanece principalmente en los comerciantes y dueños de plantas de beneficio, por lo que resulta importante desarrollar políticas públicas que eviten desequilibrios e inequidades marcadas en este sector productivo.
11. Aproximadamente 42% del total estimado en ventas (US\$ 403,7 millones) vendría del oro extraído mediante amalgamación, de acuerdo a los cálculos realizados en el inventario presentado en este reporte.
12. Es importante buscar una salida adecuada en el marco regulatorio para que la prohibición del uso de mercurio no sea un impedimento para la ejecución de actividades que permitan de manera adecuada llevar a cabo el propósito del Plan de Acción Nacional. De igual manera, es importante viabilizar la legalización o formalización de los mineros que se encuentran realizando actividades MAPE de oro.
13. En el estudio se estimó la presencia de aproximadamente 1500 mujeres dedicadas a la MAPE de oro. La mujer participa en este tipo de actividades en roles diversos que incluyen el ranqueo, la administración de plantas de beneficio y la comercialización. Con el tiempo, el ranqueo realizado por mujeres está reduciéndose debido a la optimización de los procesos en las plantas de beneficio, lo que reduce la disponibilidad de material de “ranqueo”.



## 4. REFERENCIAS

Agencia de Prensa Minera. (2018). Boletín de Prensa enviado por ARCLACOVA. Retrieved from <http://prensaminera.org/boletin-prensa-arclacova/>

Agencia de Regulación y Control Minero. (2018). Plan de regularización de minería artesanal inicia en junio. Retrieved from <http://www.controlminero.gob.ec/plan-de-regularizacion-de-mineria-artesanal-inicia-en-junio/>

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2014). Medical management guideline for mercury.

Asamblea Nacional. (2011). Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario. Quito: Registro Oficial No. 444.

Banco Central del Ecuador. (2015). Cartilla Informativa Sector Minero. Quito: Banco Central del Ecuador.

BCE. (2018). Reporte De Minería. Retrieved from <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/ReporteMinero012017.pdf>

Benalcázar, W. (2018). A las montañas de Buenos Aires, en Imbabura, llegó otra fiebre del oro. Retrieved from <https://www.elcomercio.com/actualidad/montanas-buenosaires-mineria-oro-imbabura.html>

Castillo, M. (2017). Esmeraldas: la minería en el noroeste de Ecuador avanza sin freno. Retrieved from <https://ecuadortoday.media/2018/05/11/esmeraldas-la-mineria-en-el-noroeste-de-ecuador-avanza-sin-freno/>

Dirección de planificación y coordinación de ordenamiento territorial Gobierno Provincial del Azuay. (2015). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Azuay Actualizado, 198. Retrieved from [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0160000190001\\_PDyOT\\_AZUAY\\_2015\\_17-08-2015\\_10-02-34.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0160000190001_PDyOT_AZUAY_2015_17-08-2015_10-02-34.pdf)

Dirección Nacional Macroeconómica de Síntesis. (2017). Reporte De Minería Dirección Nacional De Síntesis Macroeconómica.

Efemerides. (2017). Provincia de Napo. Retrieved from <http://www.efemerides.ec/1/oct/napo.htm>

El Telégrafo. (2012). En Loja se identifican 15 sectores dedicados a la minería ilegal. Retrieved from <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional/1/en-loja-se-identifican-15-sectores-dedicados-a-la-mineria-ilegal>

GETNOVA Cía. Ltda. (2015). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial De La Parroquia de Pacto. Sistema Nacional de Información. Retrieved from [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs\\_2014/0968538230001/PDyOT/31072013\\_174028\\_PDyOT.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/%23recycle/PDyOTs_2014/0968538230001/PDyOT/31072013_174028_PDyOT.pdf)

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Bolívar. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia Bolívar, 359. Retrieved from [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001\\_PDyOT BOLIVAR\\_2015\\_02-09-2015\\_12-08-14.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0260000170001_PDyOT BOLIVAR_2015_02-09-2015_12-08-14.pdf)

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Carchi. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Carchi 2015- 2019. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015, 1, 579. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo. Retrieved from [http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PAT\\_MUNICIPALIDADES/SANMARTIN/PAT\\_SAN\\_MARTIN\\_RESUMEN\\_EJECUTIVO.pdf](http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PAT_MUNICIPALIDADES/SANMARTIN/PAT_SAN_MARTIN_RESUMEN_EJECUTIVO.pdf)
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Cotopaxi. (2015). Plan de Desarrollo y ordenamiento Territorial Cotopaxi, 241. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Imbabura. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Imbabura, 306. Retrieved from [http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/siga-dplusdiagnostico/1160000160001\\_Diagn?stico15052015\\_15-05-2015\\_14-16-18.pdf%5Cnhttp://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/1160000160001\\_Diagn?stico15052015\\_15-05-](http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/siga-dplusdiagnostico/1160000160001_Diagn?stico15052015_15-05-2015_14-16-18.pdf%5Cnhttp://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/1160000160001_Diagn?stico15052015_15-05-)
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Napo. (n.d.). Cantones. Retrieved from <http://www.napo.gob.ec/website/index.php/19-la-provincia>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio de Tena. (2014). ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DIAGNÓSTICO Administración 2014-2019 Prof. Kléver Ron, 433.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro. (2015). Plan desarrollo ordenamiento Territorial, 1–230. <http://doi.org/papers://8CBE929E-6BBF-4215-8FB7-CA3A3620D671/Paper/p534>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pichincha. (2015). Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Gobierno Provincial de Pichincha.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial De Zamora Chinchipe. (2015). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial.
- Gobierno de Chimborazo. (n.d.). Provincia de Chimborazo. Retrieved from <http://gubernacionchimborazo.gob.ec/la-gubernacion/idealist>. (2005). Cámara de la Pequeña Minería del Ecuador. Retrieved from <https://www.idealists.org/es/ong/b9a5d85e97654a858d75cc683ff52d54-camara-de-la-pequena-mineria-del-ecuador-machala>
- INEC. (2010). Resultados censo población, 0–7. Retrieved from <http://www.inec.gob.ec/cpv/>
- Landrigan, P., & Etzel, R. (n.d.). Textbook of Children's Environmental Health. Oxford: Oxford University Press.
- McPhee, B. (2004). Ergonomics in mining. *Occupational Medicine*, 54(5), 297–303. <http://doi.org/10.1093/occmed/kqh071>
- Ministerio de Minería de Ecuador. (2016). Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero, 494. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0B9t02UvtK83SbDA3a1FwZmpBY1k/view>
- Ordóñez, D. (2012). El comercio exterior del Ecuador: análisis del Intercambio de bienes desde la colonia hasta la actualidad. Retrieved from <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2012/>
- Organización Mundial de la Salud. (2013). Mercury exposure and health impacts among individuals in the artisanal and small-scale gold mining (ASGM) community. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). La minería aurífera artesanal o de pequeña escala y la salud. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Prefectura de Esmeraldas. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Esmeraldas 2015-2025, 170. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Prefectura de Loja. (2018). Nuestra Provincia. Retrieved from <https://www.prefectura Loja.gob.ec/?m=201901>
- Quintuña, J. (2018). ¿La minería artesanal es vulnerable en el Ecuador? Retrieved from <https://laconversacion.net/2018/09/la-mineria-artesanal-es-vulnerable-en-el-ecuador/>
- Sandoval, F. (2001). La pequeña minería en el Ecuador. *Mining, Minerals and Sustainable Development*, (75), 31. <http://doi.org/10.1039/b203596k>

Uribe, R. A. (2015). Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador. *Revista Politécnica*, 36(3), 34–44. Retrieved from [http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/607](http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/607)

Wood Mackenzie Consultoria e Assessoria Ltda. (2015). Asesoría Internacional para el Programa de Investigación y la Propuesta del Plan Maestro de Minería del Ecuador 2014 – 2034 - Producto Entregable 1.- Diagnóstico. Quito.



MINISTERIO DEL **AMBIENTE**

