

# Actividad minera y su impacto en la salud humana

Marcelo, López-Bravo<sup>1</sup>; Jovanny, Santos-Luna<sup>2</sup>; César, Quezada-Abad<sup>3</sup>; Marisela, Segura-Osorio<sup>4</sup>; Johnny, Pérez-Rodríguez<sup>5</sup>

## Resumen

La minería es el principal rubro económico que genera divisas para Ecuador, sin embargo, el arduo trabajo ergonómico y el uso de sustancias químicas afectan al ecosistema y la salud humana. Los metales pesados poseen características específicas de bioacumulación y biodisponibilidad en el organismo humano, alterando la fisiología de la sinapsis neuronal, membrana alveolar respiratoria, aparato locomotor así como alteraciones en el sistema genético y displasias celulares. Por lo que el estudio examina los efectos en la salud del individuo y su relación con la actividad minera, mediante la exposición a contaminantes tóxicos determinados como factores de riesgo para los mineros, población del cantón Portovelo provincia de El Oro-Ecuador. Esta actividad tradicionalmente la realizan sin observar medidas de bioseguridad tanto en la mina, túneles estrechos y calurosos, en el transporte del material, también en las plantas de beneficio, donde se procesan obtienen el oro, plata y otros metales, convirtiéndose en peligro constante. Los resultados revelan problemas de salud que afectan al aparato locomotor, sistema nervioso y problemas congénitos. Su severidad está dada por la dosis, la edad, la duración, las vías de exposición, y factores ambientales, nutricionales y genéticos.

**Palabras Clave:** actividad minera; contaminación; ecosistema; factores de riesgo; salud.

## The mining and its impact on human health

### Abstract

Mining is the main economic sector that generates incomes for Ecuador; however, the hard ergonomic work and use of chemicals affect the ecosystem and human health. Heavy metals have specific characteristics of bioaccumulation and bioavailability in the human body by altering the physiology of neuronal synapses, respiratory alveolar membrane, locomotor system and alterations in the genetic system and cell dysplasia. So this study examines the effects on human health of individuals and their relation to mining activities by exposure to certain toxic pollutants as risk factors for miners, population of Portovelo Canton, province of El Oro-Ecuador. This activity is traditionally performed without following biosecurity actions both in the mine, narrow and hot tunnels, in the transport of material, also in processing plants where gold, silver, and other metals are processed becoming constant danger. The results of this study show health problems affecting the locomotor system, nervous system and congenital problems. Its severity depends on the dose, age, time of exposure, ways of exposure and environmental, nutritional and genetic factors.

**Keywords:** mining activity; pollution; ecosystem; risk factors; health

**Recibido:** 20 de agosto de 2015

**Aceptado:** 18 de febrero de 2016

<sup>1</sup>Doctor en Medicina y Cirugía. Magister en Docencia Universitaria e Investigación. Magister en Salud con Enfoque de Ecosistema. Doctorando en Ciencias Aplicadas al Medio Ambiente en la Universidad de Almería-España (UAL). Profesor Titular Tiempo Completo de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud (UACQS) de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador. mlopez@utmachala.edu.ec; marceloisaiaslopezbravo@yahoo.com

<sup>2</sup>Licenciada en Enfermería. Magister en Gerencia en Salud para el Desarrollo Local. Doctorante en Ciencias Ambientales de la Universidad Mayor de San Marcos - Perú (UNMSM). Profesor Titular a Tiempo Completo de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud (UACQS) de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador. jsantos@utmachala.edu.ec; jovanyсан@yahoo.com

<sup>3</sup>Ingeniero en Acuicultura. Master en Gerencia Empresarial. Doctorante en Ciencias Empresariales de la Universidad Mayor de San Marcos - Perú (UNMSM). Profesor Titular a Tiempo Completo de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias (UACA) de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador. cquezada@utmachala.edu.ec; cesarquezadaabad@hotmail.com

<sup>4</sup>Bioquímica y Farmacéutica. Magister en Medicina Forense. Doctorante en Ciencias y Tecnología Ambiental de la Universidad de La Coruña- España (UC) Profesor Titular a Tiempo Completo de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud (UACQS) de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador. msegura@utmachala.edu.ec

<sup>5</sup>Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ingeniero Comercial. Magister en Salud Canina. Magister en Clínica y Cirugía. Doctorante en Ciencias Ambientales de la Universidad Mayor de San Marcos - Perú (UNMSM). Profesor Titular a Tiempo Completo de Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias (UACA) y de la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Ecuador. jperez@utmachala.edu.ec

## I. INTRODUCCIÓN

La minería artesanal o de pequeña escala en Portovelo, por el uso indiscriminado de mercurio como método antiguo para separar el oro de otros metales, además de ser económico, fácil de conseguir, rápido y eficaz para la obtención de oro es peligroso para la salud humana y el ecosistema; prohibido en varios países del mundo. El mercurio inorgánico se combina con el oro, producto de ello se forma una amalgama o torta que ulteriormente se somete a temperaturas extremas con fuego evaporándose y contaminando el aire, tierra y agua e ingresa al organismo humano por la piel, mucosas y vías aéreas superiores, y su exposición crónica afecta al sistema nervioso traduciéndose en sintomatología como: visión borrosa, pérdida de la memoria, temblores, malestar y fatiga general. Fundación Ambiente y Desarrollo (FUNSAD, 2002).

Para Olivero y Johnson (2002) la polución de mercurio afecta a los mineros, población de su alrededor y comunidades distantes debido a que el mercurio que se deposita en las cuencas hídricas es arrastrado por la corriente hidrostática hasta su desembocadura en el mar, donde existen bacterias sulfato reductoras que metilizan al mercurio inorgánico obteniendo metilmercurio (MeHg, en adelante), que se impregna en los fitoplancton marinos que son ingeridos por los peces y otros organismos propios de este medio ambiente, incorporándose a la cadena trófica alimenticia, por su propiedad de bioacumulación y biomagnificación se lo encuentra en los grandes peces. González et al. (2015) mencionan que el MeHg en el organismo humano produce efectos en el desarrollo del sistema nervioso del feto y recién nacido, en tanto que de acuerdo a Lubick (2013) los efectos del mercurio no se limitan a alteraciones en el sistema nervioso, son igualmente destacables los problemas asociados con el sistema cardiovascular, aunque recientemente se ha prestado mucha atención al papel del mercurio como agente inmunológico, particularmente en mineros artesanales (Silbergeld et al, 2005) demostraron que en algunas poblaciones amazónicas expuestas a mercurio por la actividad minera artesanal, existe un incremento en la prevalencia de anticuerpos antinucleares y, además de una interacción positiva entre este metal y la malaria, lo cual evidencia la importancia del mercurio como agente inmunotóxico y de propensión al desarrollo de malaria.

El papel autoinmune del mercurio lo ha convertido en un agente etiológico de interés en lupus eritematoso, en especial entre personas que han reportado exposición ocupacional a mercurio y entre trabajadores dentales, (Olivero y Johnson, 2002). De hecho, personas a las cuales se les ha removido las amalgamas de mercurio han mejorado su estatus autoinmune, y casos clínicos diagnosticados como lupus eritematoso sistémico o artritis reumatoide, en realidad han correspondido a intoxicación por mercurio, Marrugo et al (2008). Estos efectos inmuno-moduladores del mercurio no son exclusivos para lupus. Estudios han señalado la asociación entre mercurio total en sangre y las concentraciones de anticuerpos del virus de la rubeola (Olivero et al, 2009).

En la mayoría de los pequeñas asentamientos de minería aurífera artesanal, además de la amalgamación con mercurio se emplea la lixiviación con cianuro, para la obtención de oro puro. El oro que no es recuperado por la amalgamación por mercurio, es recuperado por métodos electroquímicos en piscinas de cianuración, en donde el oro es disuelto formando un complejo con el cianuro, que luego es precipitado sobre zinc granulado, desde donde es separado por métodos metalúrgicos.

En la gran minería, por lo general la extracción de oro es realizada empleando piscinas gigantes de cianuración e infraestructura especial para los procesos electroquímicos y de metalurgia. En este caso, el riesgo principal se asocia con la pérdida de permeabilidad de las piscinas, lo cual puede conducir a la liberación de cianuro, con la consecuente afectación, y muerte probable de la biota presente en las fuentes de agua receptoras. Los impactos ambientales producto de las liberaciones involuntarias de las soluciones de cianuro, o de derrames a fuentes de agua durante su transporte, si constituyen una amenaza para la salud pública, en función de la utilización de dichas aguas para consumo humano. Independiente de la escala, el empleo de cianuro en minería aurífera efectivamente constituye un riesgo latente. Existen ejemplos catastróficos, siendo uno de los más documentados el ocurrido en la planta de procesamiento de oro de Aurul, en Rumania, el cual, luego del rompimiento de una barrera de contención de solución de cianuro, se liberó la misma, incorporando cianuro y metales pesados, contaminando múltiples fuentes de agua

en Rumania, Hungría, Yugoslavia y Bulgaria, con la consecuente muerte de peces y cierre de acueductos (Cunningan, 2005).

Se debe enfatizar en cuanto al problema de la minería artesanal del oro deriva de la forma en que es practicada, la cual tiene implicaciones en la salud de las personas, en muchos casos el procesamiento de la roca ocurre en el interior de las viviendas y en ella participa toda la familia, incluyendo niños, no existen datos relacionado con la calidad toxicológica del suelo en el interior de estas viviendas en Portovelo, y los riesgos son inminentes. Por ejemplo, en una zona de minería aurífera de Nigeria, de una población de 463 niños menores de 5 años, 118 (25%) murieron en 2009 a causa de intoxicación por plomo. Del 59% de los 345 niños muestreados, el 97% tenía concentraciones de plomo en sangre superiores a 45 µg/dL (legalmente debe tener menos de 10 µg/dL, idealmente no debe tener plomo en sangre) y entre los que murieron, el 87% presentó convulsiones. La fuente del plomo fue precisamente el mineral que contenía el oro (Doyema

et al, 2012).

Estudios realizados en Antioquia Colombia a grupos de mineros, expuestos al polvo de sílice por la polución del polvo de la roca en el interior de las minas, como enfermedad ocupacional asociaron a la tuberculosis pulmonar por la facilidad de migrar por la sílice en el estroma pulmonar (Gallo y Márquez, 2011).

Varios estudios muestran el efecto en la salud humana por la actividad minera a pequeña escala llamada artesanal en la república del Ecuador, debido al uso inadecuado de sustancias químicas toxicas que ingresan al cuerpo humano, así como los conocimientos, actitudes y prácticas de los mineros y la población en general, que no prestan atención a los peligros que están expuestos, no usan medidas de bioseguridad para ejecutar este trabajo peligroso y forzoso (Hofner, 2000). En la Tabla 1 se ilustran los resultados de algunos estudios en varios países del mundo y los efectos de la actividad minera en la salud humana.

**Tabla 1. Efectos sobre la salud humana por la actividad de la minería artesanal.**

PAÍS	UBICACIÓN	EFEECTO	COMENTARIO	REFERENCIAS
Filipinas	Mindanao	Tremor, pérdida de la memoria, dificultad para dormir, gusto metálico.	Exposición a una combinación vapor de of Hg, mercurio inorgánico y metilmercurio, característica de áreas de minería aurífera en el tercer mundo. Las personas fueron tratadas con DMPS, un agente quelante, con buenos resultados.	Böse-O'Reilly et al (2003)
Indonesia	Galangan, Kalimantan y Talawaan, Sulawesi	Desórdenes del movimiento: Ataxia, tremor, disdiadocoquinesia.	Intoxicación crónica por mercurio fue observada en las personas encargadas de quemar las amalgamas y en niños expuestos que viven en los asentamientos mineros.	Bose-O'Reilly et al (2010) Bose-O'Reilly et al (2008)
Indonesia y Zimbabwe	Áreas de minería Artesanal de oro	Ataxia.	Muchos niños inician el contacto directo con mercurio a los siete años de edad.	Bose-O'Reilly et al (2008)
Nicaragua	Bonanza	Afectación de la audición.	Hg, Pb, Al, Mn, As en uñas por encima de los niveles de referencia.	Saunders et al (2013)
Nigeria	Estado de Zamfara	Muerte de aproximadamente 400 niños, afectando a otros miles.	El procesamiento del mineral aurífero produjo la contaminación del suelo con plomo, a niveles hasta de 185.000 ppm.	Plumlee et al (2013)

Fuente: Saunders et al (2013).

## II. DESARROLLO

### 1. Marco Referencial

Las montañas de Zaruma y Portovelo perteneciente a la provincia de El Oro, república del Ecuador con grandes yacimientos de oro y plata han sido extraídas durante siglos. Los incas ya obtenían oro en la zona cuando los españoles fundaron la población de Zaruma en 1549. Esta extracción se aceleró en 1897 cuando la empresa minera estadounidense, Sauthem American Development Company (SADCO, en adelante) obtuvo el control de los principales depósitos de oro en la zona; 53 años posteriores, la SADCO recuperó 3.5 millones de onzas de oro y 17 millones de onzas de plata. Cuando SADCO dejó el país, en el año de 1950, el gobierno ecuatoriano se hizo cargo, pero su producción se redujo, en 1984, mineros golpeados por la miseria invadieron los pozos de SADCO y se desarrolló desde ese entonces la minería artesanal en pequeña escala. Al momento existen cientos de pequeñas minas de oro en la zona, que son inseguras, mal ventiladas y calurosas, con riesgos constantes de derrumbes. PRODEMINCA (2000).

Los mineros artesanales de Portovelo para la obtención de oro usan el mercurio en retortas artesanales y sin medidas de bioseguridad, también usan el método de la lixiviación con cianuro en las llamadas plantas de beneficio que se encuentran a orillas del río Amarillo, Calera y otros afluentes de ellos, causando muerte de la vida acuática de Portovelo. En el estudio realizado por Betancourt (2003), encontró elevada concentración de plomo en el agua cerca de las procesadoras de oro, pero su concentración es 16 veces más, aguas abajo. El plomo se acumula en los huesos y su exposición crónica produce cansancio excesivo irritabilidad nerviosa, temblores leves y entumecimiento de articulaciones. En los niños de menores 6 años esta exposición crónica a bajas dosis, por su rápido desarrollo causa problemas permanentes como daños del sistema nervioso, sistema reno urinario y bajo rendimiento escolar (FUNSAD, 2000).

La minería artesanal de oro y otros metales en la República del Ecuador es una práctica rutinaria que los gobiernos de turno no le han dado la importancia que se merece convirtiéndose en un sector abandonado por el estado, nadie se da cuenta de su magnitud. En la parte alta de la provincia de El Oro, en el sector de Bella Rica en la provincia del

Azuay y en la provincia de Zamora Chinchipe, entre otras regiones, este tipo de minería está íntimamente asociada a la pobreza. El pequeño minero trabaja para cubrir las necesidades básicas de su familia, con un retorno mínimo hacia el mejoramiento de la calidad de vida, lo que se constituye en una herramienta de supervivencia. El minero artesanal del oro adquiere el mercurio a través de intermediarios, y parte de sus ingresos es utilizado en la adquisición de medicamentos para contrarrestar los efectos del metal, o para escapar momentáneamente al estrés mental y social derivado del oficio mismo. Esto último, traducido en alcoholismo, juegos de azar, y prostitución (PRODEMINCA, 2000).

El forzamiento al uso del mercurio es una consecuencia de la falta de alternativas a la amalgamación como mecanismo de extracción, que aunque existen, no son promovidas por el estado. También es palpable entre un porcentaje importante del minero artesanal, la carencia de una visión de mejoramiento de la calidad de vida a través del trabajo, como motor de desarrollo familiar. Si de forma concomitante le sumamos a este panorama la incorporación de los niños a la fuerza laboral, a temprana edad, el círculo de la pobreza se cierra. Las alternativas por tanto, radican en el cambio de tecnologías, apoyo decidido del estado y educación masiva y de buena calidad (Breilh, 2003).

Sin duda, uno de los problemas más frecuentes entre la comunidad minera aurífera es la falta de conocimiento y concienciación alrededor de la exposición a metales, en particular mercurio, entre la población. Este proceso, ligado a la ausencia de monitoreo permanente, la inexistencia de prácticas para el manejo de los desechos, y a la ausencia de políticas nacionales bien definidas para el control de estas sustancias, no es único para Colombia, y ha sido bien identificado en varios países tercermundistas. Los mineros por lo general no poseen educación básica y prestan poca atención a los problemas de exposición a mercurio. En algunos casos, los problemas de alteraciones neurológicas no son focalizados en los mineros expuestos, y por tanto pasan desapercibidos por los médicos, aunque algunas veces el problema deriva de la imposibilidad de comunicar adecuadamente los síntomas. Si a lo anterior agregamos el mínimo acceso de los mineros a los sistemas de salud, la problemática parecería sin

control (MMSD, 2002).

Se están aplicando políticas para incentivar la minería a gran escala en algunas regiones de la república del Ecuador. Por lo que se debe tomar en cuenta el impacto a la salud humana y al ecosistema que su práctica implica; tal es así que entre los principales impactos se citan los accidentes laborales, los cuales no sólo pueden causar lesiones permanentes, sino la muerte. Gran parte de estos problemas pueden reducirse dramáticamente con programas intensos de entrenamiento y el compromiso decidido de las multinacionales (Sánchez, 1997).

Es complejo realizar comparaciones entre las características y la magnitud de los impactos que sobre la salud humana y ambiental pueden suscitarse entre la gran minería y pequeña minería. En la primera, los trabajadores cuentan con algún tipo de seguridad social, y atención médica inmediata en caso de accidentes. Sin embargo, la escala de destrucción del suelo, puede verse inclusive desde el espacio. Por su parte en la pequeña minería, los mineros viven en situación extrema de abandono, sin seguridad social, producto de su estigmatización como ilegales, y en materia de accidentes, tienen pocas posibilidades de atención o supervivencia, y para empeorar el panorama, el uso del mercurio les cierra el círculo de la pobreza. No obstante, en esta minería el daño ambiental suele ser focalizado, y susceptible de control con tecnologías de bajo costo. Con transferencia de conocimiento, educación a todos los niveles y asesoría técnica, este tipo de minería disminuiría la pobreza extrema en muchas regiones de Colombia, y haría de esta actividad una herramienta de desarrollo sostenible (Veiga, 2004).

De igual forma, la minería en general enfrenta otros retos importantes. Uno de los más complejos está relacionado con la presencia de VIH-Sida entre los mineros, característica que ha sido igualmente registrada en muchos países. Este problema tiene su origen en la falta de educación y en un estado cultural que ha sido socialmente impuesto al minero. La solución, por supuesto, implica mejorar las condiciones educativas de los mismos, insistir activamente en la detección y prevención de la enfermedad, así como cambiar patrones de comportamiento a través de programas de educación en salud pública. De hecho, en Brasil, el entrenamiento de los mineros por parte de los profesores locales, condujo a un mejoramiento absoluto en la exposición derivada de los procesos en

los que se emplea el mercurio, impactando alrededor de un 10% en la liberación total de este metal en el área. (Veiga et al, 2006).

## 2. Metodología

Esta investigación se la realizó en el cantón Portovelo, provincia de El Oro, que se encuentra ubicada al extremo suroeste de la República del Ecuador, latitud norte 9594200-9578900; longitud este: 680900-650500 (Fundación Natura. 1990) a 105 Km. de Machala, con una extensión de 35 Km<sup>2</sup>: Su topografía es irregular que va desde 600 msnm en el valle del río Amarillo, lugar donde se encuentra la ciudad de Portovelo hasta llegar a 3600 msnm en los cerros de Fierro Urcu, Payana y cordillera de Suzares, también es atravesada por los ríos Calera, Luís y Ambocas que formarán el río Pindo y la cuenca hidrográfica Puyango - Tumbes, que desemboca en el Pacífico en el Departamento de Tumbes Perú. Cuenta con una población de 11.024 habitantes, el 70 % se dedican a la actividad minera, principal fuente de ingreso económico, agrupadas en 180 sociedades formales e informales de mineros artesanales que se dedican a esta actividad en diferentes fases de la explotación de oro hasta la obtención y comercialización del mismo, alquilando tierras concesionadas. Narváez y Betancourt (2003).

Se realizó un estudio descriptivo analítico, tomando la muestra de un sector de Portovelo llamado barrio el Osorio donde habitan 350 personas organizadas, dispuestas a colaborar en el proceso de la investigación, de los cuales el 70 % se dedican a la actividad minera desde hace varios años. Previo el consentimiento informado la investigación se inició con entrevistas informales y la aplicación de un cuestionario de preguntas relacionadas con la actividad minera y su impacto en la salud humana.

**Tabla 2. Sitio de la mina donde trabajan los encuestados**

NOMBRE DE LA MINA	Nº DE MINEROS	%
Barbasco	6	14,3
Agua Dulce	21	50,0
Castillo	6	14,3
Quebrada del Banco	4	9,5
Jorupe	1	2,4
Ninguna	4	7,0
Total	42	100,0

Fuente: autores

En la Tabla 2 se observa que el mayor número de mineros que colaboraron en la investigación trabajan en la mina llamada “Agua dulce”, ubicada en el sector de riesgo, donde se ubica un alto porcentaje de minas que están en constantes derrumbes y hundimientos. La geografía y la distribución anti técnica convierten a la zona como de alto riesgo para la vida de mineros y personas que viven a su alrededor, así como riesgo constante de padecer problemas del aparato locomotor, por las grandes distancias a recorrer y en la cual deben soportar durante el traslado, grandes pesos sobre sus hombros. Ver Figura 1.



Figura 1. Sector minero denominado “agua dulce”

Para identificar los problemas de salud más relevantes en los mineros artesanales de Portovelo se aplicaron encuestas utilizando el Instrumento de Auto Evaluación de Psiconeurotoxicidad, Dr. Jaime Breilh y el Cuestionario de Salud Ocupacional, Dr. Marcelo Veiga , elaboradas para el caso. 42 mineros fueron seleccionados mediante la técnica de “snow ball” o “bola de nieve”, con la cual un individuo entrevistado servía de guía para la orientación y direccionamiento del encuentro de otro sujeto vinculado a la actividad minera artesanal, dentro del sector investigado. Breilh (2003). Ver Figura 2.

Luego de obtener la información de las encuestas, se las tabuló y se elaboró cuadros estadísticos, identificando qué grupos humanos estaban más expuestos y qué enfermedades fueron las más relevantes. Para determinar los problemas de salud relacionados con la actividad minera, se clasificaron los signos y síntomas inherentes al estudio. Se aplicó la escala bajo, medio y alto, de acuerdo al valor numérico alcanzado.

Para lograr la participación de los mineros



Figura 2. Entrevista a profundidad a los mineros en el lugar de su trabajo. Fuente: autores.

artesanales de Portovelo, en el análisis de los riesgos del proceso salud-enfermedad e integrarlos en el desarrollo de programas de prevención y promoción de la salud, se conformó grupos focales, se utilizó un formato guía para el desarrollo del taller tomando en cuenta las especificaciones de cada grupo. Se expuso una pregunta principal para provocar el debate entre los participantes, la participación del investigador fue más de expectativa, actuando únicamente para reorientar en la temática. En este proceso se tomaron datos importantes sobre lo tratado, cabe indicar que al término de esta técnica se recogió la asistencia de los participantes, conforme consta en el archivo.

### 3.Resultados

La actividad minera es antigua como la historia de la tierra, es extremadamente importante para los ingresos de los países que poseen riqueza mineral especialmente el oro, plata, cobre y otros que en el mercado adquieren un poder adquisitivo importante, para la economía individual y colectiva, así como la estatal. Esta constituye recursos naturales no renovables los cuales deben explotarlos sin causar daño al ecosistema y la salud humana. El paradigma de acumulación de riqueza y el poder del mercado prioriza induce a modos y estilos de vida deformados que afecta a la salud individual y colectiva. Tal es el caso de la presente investigación en el que se visibilizan problemas de salud relacionados con la actividad minera desde el momento de la explotación como el proceso para la obtención de Oro y otros metales, la cual se presenta en la Tabla 3, con escalas de bajo, mediano y alto referente al efecto causado en los aparatos y/o sistemas de mayor susceptibilidad.

**Tabla 3. Problemas más relevantes de salud en los mineros artesanales de Portovelo**

PROBLEMAS DE SALUD MÁS RELEVANTES	ESCALA/PORCENTAJE		
	BAJO	MEDIANO	ALTO
Del Sistema Nervioso	62	33	5
Del Aparato Locomotor	12	69	19
Del Aparato Respiratorio	38	50	12
Psicológicos	50	45	5

Fuente: autores

En la Tabla 3, se puede observar que los problemas de salud más relevantes, por la actividad minera, tienen que ver con el aparato locomotor, con una escala de mediano 69% y escala de alto con 19%, seguido en orden decreciente el aparato respiratorio con una escala de mediano con 50% y alto el 12% respectivamente, lo que permite analizar que la actividad de explotación del metal, por las grandes distancias a recorrer y en la cual soportan sobre sus hombros y el polvo que emite durante el proceso de barrenar y dinamitar la roca afecta el aparato respiratorio. Esta actividad minera artesanal tiene un componente de modos y estilos de vida heredado de sus ancestros, que no cuentan con actividades recreativas, movimientos fisiológicos saludables, horas y días de verdadero descanso, que se traduce en problemas psicológicos con una escala de mediano con el 45% y alto el 5% respectivamente, así como también alteración del sistema nervioso producto del uso de sustancias químicas como el mercurio, cianuro, ácido nítrico, zinc para la obtención del oro, con una escala de mediano con el 33% y escala alto con el 5%.

**Tabla 4. Frecuencia de uso de sustancias químicas durante la actividad minera**

SUSTANCIA QUÍMICA	NÚMERO	%
Mercurio	38	95,0
Cianuro	35	87,5
Ácido Nítrico	32	80,0
Zinc	32	80,0
Pólvora de Dinamita	26	65,0
Polvo de Sílice	26	65,0

Fuente: autores

La Tabla 4, presenta los resultados de la exposición a diferentes sustancias químicas en la minería artesanal. Además se puede apreciar que los mineros artesanales están expuestos a todas las sustancias químicas que se usan en esta actividad, debido a que su labor específica no es solamente en la mina

también laboran en la planta de beneficio, realizando diferentes tareas, es decir tienen una actividad rotativa en el trabajo y no existe una especialización o actividad específica. Es realmente amplio el espectro a sustancias peligrosas sin el cuidado y protección que existe en estos casos. Los resultados demostraron que el 95% de los mineros están expuestos a la contaminación por mercurio, así como los individuos respondieron estar expuestos al cianuro y al resto de sustancias de peligro en un grado menor. Por estos factores, esta actividad es altamente peligrosa para la salud humana y ambiental.

**Tabla 5. Uso de medidas de bioseguridad.**

FRECUENCIA	Nº DE MINEROS	%
Siempre	24	57
De Vez en Cuando	13	31
Casi Nunca	5	12
Total	42	100

Fuente: autores

El 57% de los mineros encuestados manifestó usar medidas de bioseguridad en su actividad, aprendido por la experiencia y por tener conciencia del peligro que representa la minería. Ver Tabla 5. Observaciones de campo determinaron que posiblemente este valor sea alto en relación a la realidad local, ya que las exposiciones son diarias y en la mayoría de los casos no se observan medidas de prevención ni seguridad. Además las plantas de beneficio no poseen regulaciones de buenas prácticas ni han sido exigidas para que implementen medidas de protección. En el caso de la quema de la amalgama del metal con el mercurio, se pudo observar como es quemado al aire libre, en el patio de su casa con un soplete y sin medidas de bioseguridad, Figura 3.



**Figura 3. Quema de amalgama del metal con mercurio al aire libre.** Fuente: autores.

### III. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados y de la revisión bibliográfica se puede evidenciar que la actividad minera a pequeña escala produce problemas de salud en las personas que trabajan en la minería.

El 88% de los encuestados tiene problemas del aparato locomotor en grado mediano y alto, lo que evidencia que no conocen posiciones fisiológicas para ejecutar ciertos movimientos y esfuerzos requeridos para la actividad minera, por lo que los trabajadores de esta actividad deben conocer que serán exigidos más allá del peso de lo que sus habilidades y cuerpo lo permitan. La lumbalgia es el síntoma más frecuente, con riesgo de padecer de hernia discal.

El 62% de los mineros encuestados presentaron problemas del aparato respiratorio en un grado mediano y alto, lo que indica que no le dan importancia a las medidas de bioseguridad pese a que tienen la percepción del alto grado de peligrosidad que tiene este trabajo, así como también no le dan importancia a la asistencia médica y adopción de medidas de prevención de la enfermedad debido a que acuden a recibir asistencia médica solamente cuando están enfermos de gravedad.

El 50% de los mineros encuestados evidenciaron algún grado de alteración psicológica, puesto que en el trabajo además de estar expuesto a sustancias químicas que alteran al sistema nervioso se ha convertido en un trabajo lleno de incertidumbres y explotaciones sucesivas por los grupos monopólicos que operan en la zona, lo que crea un estado de ansiedad por no conseguir dinero para el sustento familiar, están obligados a realizar trabajos forzados sin jornadas de descanso, recreación y espiritualidad.

El enfoque eco sistémico se constituye en una guía metodológica que permite el conocimiento heurístico de esta realidad compleja y sobre todo la articulación de intervenciones adaptadas a la cultura, intereses de los actores y a los recursos existentes. (Forget y Lebel: 2001).

El proceso investigativo con la participación de actores locales ha permitido identificar posibles factores, favorables y desfavorables a la intervención, que ha sido aplicada para delimitar la intervención a aspectos de mayor costo- efectividad y factibilidad política.

Aunque la explotación minera puede ofrecer "buenos" trabajos y generar ingresos que son muy

necesarios para los gobiernos que los necesitan, también puede arruinar el paisaje y transformar a las comunidades. Un equilibrio entre los intereses políticos y económicos y los intereses sociales es necesario y urgente para aliviar los problemas de contaminación de la región minera de Portovelo-Zaruma (Narváez y Betancourt: 2003).

Investigadores en el estado de Goa (India) han desarrollado una serie de instrumentos para evaluar los pros y los contras. El objetivo es asegurar que la industria minera y de minerales contribuya de manera equitativa al bienestar de los habitantes de la localidad. Estos documentos son de gran utilidad como un ejemplo de cómo abordar estos problemas en países en vías de desarrollo o donde la pobreza es extrema y obliga a los individuos a buscar fuentes de subsistencia como la minería artesanal. En conclusión la actividad minera contamina, provoca graves problemas de salud a nivel local y regional por lo cual sólo a través de un manejo eco sistémico o de la visión de una cuenca hidrográfica se podrán visualizar soluciones viables. Los esfuerzos serán vanos si los estudios o planes de manejo no poseen ese vínculo de Ecosistema y Salud Humana (Lebel, 2005).

Para concluir se propone generar programas educativos transdisciplinariamente entre los actores directos e indirectos de Portovelo y en consenso, implementar un plan de educación continua de protección, uso de tecnologías limpias y de conservación del ecosistema, basado en la teoría psicopedagógica del aprendizaje significativo propuesto por Ausubel, así como el uso del método andragógico en el proceso de enseñanza aprendizaje para que los mineros y personas que habitan alrededor de las plantas de beneficio y de los túneles reflexionen sobre los peligros que genera la actividad minera informal o artesanal por el uso del mercurio y otras sustancias químicas en la salud humana.

### IV. REFERENCIAS

- Breilh, J. (2003). *Epidemiología Crítica: Ciência Emancipadora e Interculturalidad*. Buenos Aires, AR: Lugar Editorial.
- Breilh, J. (2003). *Nuevos conceptos y Técnicas de Investigación: Guía Pedagógica para un Taller de Epidemiología del Trabajo*. Quito. Centro Estudios y Salud.
- Cunningham, S. (2005). *Incident, Accident,*



- catastrophe: Cyanide on the Danube. *Disasters*, 29, 99-128.
- Dooyema, C., Nery, A., Lo, Y., Daran, J., Dargan, P., Swathouth, T.,... Brown, M. (2012) Outbreak of fatal childhood lead poisoning related to artisanal gold mining in northwestern Nigeria, 2010. *Environ Health Perspect.* 120:601-607.
- Forget, G., y Lebel, J. (2001). "An Ecosystem Approach to Human Health". *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 7(2): 3-33.
- Fundación Ambiente y Desarrollo, FUNSAD. (2002). La Pequeña Minería del Oro: Impactos en el ambiente y en la salud humana en la cuenca del río Puyango. Recuperado: <http://www.funsad.org/Material/Material/INVESTIGACIONES/PuyangofaseI.pdf>
- Gallo, O., y Márquez Valderrama, J. (2011). La Silicosis o Tisis de los mineros de Colombia, 1910-1960. *Salud Colectiva*, Buenos Aires, 7(1) ,35-51.
- González-Estecha, M., Bodas-Pinedo, A., Guillén-Pérez, J., Rubio-Herrera, M., Martínez-Álvarez, J., Herráiz-Martínez, A., Calle-Pascual, A. (2015). Documento de consenso sobre la prevención de la exposición al metilmercurio en España. *Nutrición Hospitalaria- Nutr – Hosp*, ISSN 0212-611. 31(1), 16-31.
- Hofner, R. (2000). La minería artesanal hacia una minería en pequeña escala. *Minería Ecuatoriana*: 56-58.
- Lebel, J., (2003). *Health: an ecosystem approach*. Canadá, IDRC. 10-18.
- Lebel, J., (2005). *Salud un Enfoque Ecosistémico*. Canadá, IDRC. 19-32.
- Lubick, N. (2013). Mercury Pollution. With pact's completion the real work begin. *Sciencie*. 2013 sept 27: 341(6153).
- Marrugo-Negrete, J., Olivero-Verbel, J., Ceballos, E., y Benítez, L. (2008). Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia. *Environ. Geochem Health.* 30(1):21-30
- MMSD (2002). Informe Regional: Minería y Minerales de América del Sur en la Transición al Desarrollo Sustentable. MMSD-Minería en Pequeña Escala.: 3
- Narváez, A., y Betancourt, S. (2003). Informe del Estudio Exploratorio de la Dinámica de las Respuestas Sociales y de la factibilidad del Proyecto de Migración y Control de los Efectos de la Contaminación Ambiental en Portovelo y Zaruma. Quito. FUNSAD.
- Olivero, J., y Johnson, B. (2002). Contaminación con mercurio y salud pública en la costa Atlántica colombiana. *Biomédica*, 22(S1):52-53.
- Olivero-Verbel, J., Caballero-Gallardo, K., y Torres-Fuentes, N. (2009). Assessment of mercury in muscle of fish from Cartagena Bay, a tropical estuary at the north of Colombia. *Int. J. Environ. Health Res.* 19(5), 343-355.
- PRODEMINCA, SGAB (2000). Plan Maestro Ambiental: Medidas Ambientales Emergentes y el establecimiento de un Plan Maestro Ambiental en el distrito Minero Portovelo-Zaruma y la cuenca del Río Puyango. Quito: Ministerio de Energía y Minas, Ecuador.
- Silbergeld, E., Silva, I., y Nyland, J. (2005). Mercury And Autoinmuniti: Implications for occupational and environmental health. *Toxicolt Appl Phar,acol.* 207: 282-292.
- Sánchez, A. (1997). La Pequeña Minería del Oro en el Sur del Ecuador. *Minería Ecuatoriana.* 4, 52-54.
- Veiga, M. (2004). *Protocols for Environmental and Health of Mercury Released By Artisanal and Small Scale Gold Miners*. Viena. Austria.
- Veiga M., Masón, P., y Hylander P. (2006). Origin and consumption of mercury in small-scale gold mining. *Journal of cleaner production* 14, 436-447

**Agradecimiento:** A las autoridades de la Universidad Técnica de Machala, por permitir que sus docentes desarrollen competencias investigativas en beneficio de la ciencia para mejorar la calidad de vida del individuo, familia y comunidad, asegurando un hábitat saludable a esta y a las futuras generaciones. A nuestros familiares que son nuestra inspiración para continuar en estos procesos investigativos.