

DOI:10.18684/BSAA(14)61-68

LA TECNOECONOMÍA AURÍFERA Y LOS ESTERTORES DE LA CONTAMINACIÓN: ANÁLISIS PARA DOS DISTRITOS DEL CAUCA

THE TECHNOECONOMY GOLD AND RALES POLLUTION: ANALYSIS FOR TWO DISTRICTS OF CAUCA

O TECHNOECONOMY OURO E ESTERTORES POLUIÇÃO: ANÁLISE DE DOIS DISTRITOS CAUCA

RAÚL HERNADO CORTES-LANDAZURY¹, ANDRÉS MAURICIO GÓMEZ-SÁNCHEZ²

RESUMEN

Este documento tiene por objetivo indagar por la presión degradatoria ambiental en los ríos La Teta y Mazamorra, causada por la explotación de oro en los municipios de El Tambo y Buenos Aires, bajo los escenarios de tecnología manual y mecánica. Para lograrlo, en primera instancia se construye y se estima un modelo estocástico log-lin y a continuación se hace lo propio bajo un modelo estocástico log-log con información de datos panel bajo efectos aleatorios. Los resultados principales evidencian que la utilización de mercurio está determinada en esencia por el tamaño de la empresa, la tecnología, y el lugar donde ésta se ubique, pero no por los sólidos suspendidos que ella emite. Las empresas ubicadas en el municipio de Buenos Aires presionarían más la contaminación que aquellas ubicadas en El Tambo, y la tecnología mecánica hace lo propio frente a la tecnología manual. Así, las empresas con tecnología mecánica ubicadas en Buenos Aires son las que más contribuyen a degradar el medio ambiente y las ubicadas en El Tambo con tecnología manual, hacen lo contrario.

Recibido para evaluación: 20 de Mayo de 2015. **Aprobado para publicación:** 11 de Diciembre del 2015.

1 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Departamento de Economía, Grupo de Investigación Polinomia. (c) Ph.D Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. Popayán, Colombia.

2 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas, Departamento de Economía, Grupo de Investigación Entropía. Magister en Economía Aplicada. Popayán, Colombia.

Correspondencia: amgomez@unicauca.edu.co

ABSTRACT

This paper aims to investigate the environmental degradation pressure of the rivers La Teta and Mazamorra caused by gold mining in the municipalities of El Tambo and Buenos Aires, under the scenarios of manual and mechanical technology. To achieve this, in the first instance is constructed and estimated a stochastic model under log-lin procedure and then it does the same with a stochastic model with log-log information under random effects panel data. The main results show that the use of mercury is determined essentially by the size of the company, technology, and where it is located, but not suspended solids that she emits. Companies located in the municipality of Buenos Aires would push more pollution than those located in El Tambo, and mechanical technology does the same over manual technology. Thus, mechanical technology companies located in Buenos Aires are the largest contributors to environmental degradation and those located in El Tambo with manual technology, do the opposite.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a pressão ambiental degradadora rios La Teta e Mazamorra causados pela mineração de ouro nos municípios de El Tambo e Buenos Aires, sob os cenários de tecnologia manual e mecânica. Para isso, em primeiro lugar é construído e um log-lin modelo estocástico estimado e, em seguida, faz o mesmo no âmbito de um modelo estocástico com informações em dados do painel de efeitos aleatórios log-log. Os resultados mostram que o uso de mercúrio é determinado essencialmente pelo tamanho da empresa, a tecnologia, e em que está localizado, mas não sólidos que ela emite suspenso. As empresas localizadas no município de Buenos Aires iria empurrar mais poluição do que aqueles localizados em El Tambo, e tecnologia mecânica faz o mesmo em relação à tecnologia manual. Assim, as empresas de tecnologia mecânicas localizados em Buenos Aires são os maiores contribuintes para a degradação ambiental e as localizadas em El Tambo com tecnologia Manual, fazer o oposto.

INTRODUCCIÓN

Si bien el desarrollo económico del nuevo mundo, ha estado ligado en buena parte a los vaivenes de los precios y las alteraciones en materia productividad y apropiación de excedentes del sector primario; la modernización de las prácticas de explotación, extracción y beneficio del oro parecen haber sufrido grandes cambios desde la segunda guerra mundial; cuando grandes volúmenes de capital e innovación tecnológica quisieron contrarrestar la alta volatilidad a la que está expuesto regularmente el sector. Cabe resaltar en este sentido que Colombia fue un gran productor de oro en siglos pasados ya que generó el 18% de la producción mundial. En el siglo XVIII llegó a representar el 40%, desplazando al Brasil como primer productor mundial. A comienzos de este siglo, en 1911, figuraban 35 compañías inglesas de oro en el país y en años recientes la producción ha fluctuado entre 25 y 30 ton/año [1].

PALABRAS CLAVE:

Producción de Oro, Contaminación Hídrica, Degradación Ambiental.

KEY WORDS:

Gold Production, Water Pollution, Environmental Degradation.

PALAVRAS-CHAVE:

Produção de Ouro, Poluição da Água, A Degradação Ambiental.

Aunque no hay una definición muy clara de la clase de organización industrial que soporta la explotación [2]; la producción minera aurífera colombiana proviene de más o menos dos tipos de establecimientos: la minería tradicional artesanal y la minería industrial [3]. En el primer caso el rango va desde las formas manuales hasta las que combinan la motobomba, el barequeo, el monitor (chorro de agua) y los elevadores. En esta actividad se puede encontrar tanta minería en terrenos con el correspondiente título minero como terrenos en donde se tienen los títulos. Según la defensoría del pueblo en el 2013; la minería tradicional y de hecho en Colombia, está presente en el 44% de los municipios del país, y que representa el 30% del total de las explotaciones mineras, ha sido desarrollada desde la época colonial por mineros que han transmitido sus conocimientos a sus descendientes y que han encontrado en esta actividad su única forma de subsistencia [4].

Según Instituto de Estudios Geoestratégicos y Asuntos Políticos [5], las actividades propias de esta categoría, son realizadas por pequeños productores mineros auto empleados, que trabajan de manera individual, en forma familiar, o agrupados en diversos tipos de organización productiva, incluyendo formas asociativas, cooperativas, pequeñas y micro empresas, y en algunos casos, por comunidades indígenas y afro descendientes que realizan este tipo de minería como una actividad tradicional heredada de las formas de sujeción colonial³. Mientras que para el segundo, la minería industrial se realiza con máquinas pesadas (retroexcavadoras) y con mecanismos más sofisticados de inyección de capital e integración organizativa más moderna de tipo vertical y horizontal. Esto repercute en la seguridad laboral de los trabajadores, ya que en el primer caso existen elevados daños a la salud pues las medidas de protección en las personas con exposición ocupacional a vapores de mercurio para extraer el oro son bajas o nulas, situación que se menigua ostensiblemente en el segundo caso [6, 7].

Por el lado de la extracción en el yacimiento, se encuentra la minería aluvial en donde el buscador del metal procede a llenar la fuente con arena o grava mezcladas con pequeñas partículas de oro; y la minería

de veta que, emplea un gran número o un sistema de cámaras y pilares, y donde el oro se extrae de rocas trituradas disolviéndolo en soluciones de cianuro (proceso de amalgama) ya en la parte final del beneficio⁴.

Igualmente, los métodos de explotación en el país emplean por lo regular, técnicas de minería subterránea y a cielo abierto que mueven volúmenes de materiales en los rangos de pequeña, mediana y gran minería [8]. Es más, siguiendo datos de la unidad de planeación minero energética UPME (2007) y Fedesarrollo [9]; la producción de oro en el país es suministrada en un 5% por la gran minería, entre el 60 y 65% por la minería mediana (que transita entre las dos categorías antes señaladas) 15% por la minería pequeña y el resto por la minería de subsistencia. A esto hay que agregar que, alrededor del 80% de la producción de oro en Colombia corresponde a minas de aluvión y el resto a yacimientos tipo filoniano. Huelga decir, que en las pequeñas explotaciones, la actualización tecnológica pasa a un segundo plano dado que les apremian otras preocupaciones como la legalidad, no teniéndose claro el futuro de las solicitudes de explotación ante el gobierno. Cabe mencionar que la pequeña minería aurífera se caracteriza por ilegalidad ambiental y minera, falta de planeamiento minero, bajos niveles tecnológicos, falta de capital de trabajo y de inversión, poca formación de los mineros, baja sensibilidad ambiental, costos de producción elevados y rentabilidad mínima [10,11].

El departamento del Cauca también exhibe diferentes formas de explotación que van desde el sistema a cielo abierto con el azufre y la bauxita en Morales [12]; la minería subterránea representada por la pequeña y mediana minería del oro y carbón particularmente en las estribaciones de la Cordillera Occidental en El Tambo, Suárez y Buenos Aires; y la minería aluvial, que se aplica en la extracción de oro y gravas, tanto manual como mecanizada⁵ [13].

3 En la explotación de la minería de filón o veta, generalmente se lleva bajo tierra, se efectúa un cateo y toma de muestras, a las que se les realiza un análisis somero y empírico con el fin de determinar la riqueza del material -gramos de metal por carga de material- (carga entre 80 y 100 Kg).

4 Algunas menas (trozos de roca), sobre todo aquellas en las que el oro está combinado químicamente con teluro, deben ser calcinadas antes de su extracción. El oro se recupera de la solución y se funde en lingotes.

5 También se extraen piedras semipreciosas en el Municipio de Mercaderes. De otro lado, es preciso anotar que el proceso de explotación del oro empieza regularmente con la exploración, que compromete los estudios geológicos; la extracción que comporta la captura de gravas y roca (mena); el beneficio que involucra la molienda de rocas y separación mecánica

La explotación aurífera en El Tambo y Buenos Aires se realiza en pequeños yacimientos y plantas que utilizan el mercurio para amalgamar y el cianuro para lixiviar el oro que proviene de minas de filón. Una vez finalizado el proceso, los excesos de mercurio así como las aguas residuales de la lixiviación con cianuro, son vertidos a los ríos que circundan la región, de forma concreta, al río La Teta (Buenos Aires) y a la quebrada Mazamorra (El Tambo) que desemboca en el río Sucio, fuentes hídricas no solo de la población animal sino de los habitantes locales⁶ [14, 15]. A pesar de que las relaciones entre las empresas extractivas y las comunidades producen descontento social y violencia, estas actividades se constituyen como únicas fuentes de empleo directo, que no requiere altos niveles de cualificación [16]. En este orden de ideas cabe preguntarse ¿Cuál es entonces el grado de presión degradatoria de tales patrones de aprovechamiento? ¿Qué tanto más contamina la tecnología manual contamina frente a la tecnología mecánica? ¿Se generaría mayor contaminación en El Tambo o en Buenos Aires? La economía ambiental [17] se ha ocupado en parte de rastrear este tipo de fenómenos a través de los análisis dosis-respuesta, orientación que se seguirá en este análisis. Vale la pena resaltar que este tipo de análisis no se ha hecho para el departamento del Cauca, ya que la gran mayoría se basa en los impactos medioambientales y sociales de la explotación aurífera [18].

MÉTODO

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se implementa en primera instancia, una modelación estocástica del tipo log-lin con variables dummy que permite mostrar los impactos diferenciales relativos en las variables seleccionadas como explicativas en dicho modelo [19]. Esta modelación se basa, como en

otros estudios de este tipo en el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios [20, 21]. De manera precisa, se buscó indagar la estructura de la presión sobre el medio ambiente a través de la contaminación de mercurio (efluentes), según las características de la firma⁷. Entonces, se extrajo información de un diagnóstico publicado por la Corporación Regional del Cauca (CRC) que recogía datos de la actividad minera entre 2002 y 2006 sobre 104 plantas dedicadas a la explotación de oro (54 en Buenos Aires, y las restantes 50 en El Tambo)⁸.

Efectivamente, la utilización de mercurio (Merc) por parte de las empresas se constituye en la variable dependiente proxy de la presión; pero el fenómeno está a su vez explicado por factores como la capacidad instalada del entable (variable proxy del tamaño de planta: Tam), en el entendido que una operación más grande obedece a mayor disposición y expectativa de producción en el mediano plazo con una mayor utilización de mercurio⁹. Igualmente, por la tecnología (Tec) del proceso productivo, toda vez que una mejora en el proceso implica la utilización de menos mercurio y una desmejora, lo contrario. También por la efluencia de material particulado (SST) procedente del proceso de molienda, como proxy de contaminación debida a la actividad desplegada de la firma en el corto plazo. De manera que si, estos se incrementan posiblemente lo

del mineral ; la amalgamación; donde participan sustancias químicas como el mercurio que permite la separación del metal de otras componentes que lo acompañan; luego la lixiviación , regularmente aplicado a lodos provenientes del anterior proceso y la mineralurgia, que implica el concurso de laboratorios y talleres de fundición donde se refina el material y se deja listo para el mercado

6 Otras fuentes hídricas no menos importantes terminan siendo afectadas como la quebrada agua clara y la quebrada Valderrama en la subcuenca del Río Sucio que pertenece a la cuenca del alto cauca. Igualmente, el Río Timbío que vierte al río Patía.

7 No es menos importante tratar la problemática desencadenada por el mercurio, pero la disponibilidad de la información no lo permitió.

8 Para el caso de Buenos Aires, la fuente hídrica afectada es el río la teta al oriente del municipio; mientras que para el caso de El Tambo, la fuente afectada es la quebrada Mazamorra (occidente de la zona). Los dos afluentes del río Cauca.

9 Por tanto se supone que el proceso en la planta integra la molienda de roca, la amalgamación con mercurio y la lixiviación con cianuro; aunque en esta parte el énfasis recae en la amalgamación. cabe anotar entonces que la amalgama oro-mercurio, consiste en una mezcla mecanizada de mercurio líquido con el material de mina finamente molido, en el cual las partículas de mercurio se adhieren a las de oro. Parte de este mercurio llega a la atmósfera, es depositado en los cuerpos de agua cercanos y transformado por las bacterias a metilmercurio, ión que se biomagnifica a través de la cadena trófica, alcanzando los peces, y eventualmente a sus consumidores, entre ellos el hombre. También se supone que, una operación de mayor tamaño tiene más control sobre las proporciones Au/Ag requeridos (minimizando el mercurio) y una mayor recuperación del mercurio en la retorta cerrada.

hará paralelamente la utilización de este metal y al final se elevará la cantidad de contaminación del municipio donde se realice la explotación. Así, el modelo que intenta recoger el fenómeno, es el siguiente:

$$Merc_i = \beta_0 + \beta_1 Tam_i + \beta_2 Tec_i + \beta_3 SST_i + \beta_4 Lug_i + U_i \quad (Ec.1)$$

Donde ($Merc_i$) hace alusión a cantidad de mercurio usada por la empresa i en kilogramos por tonelada de agua (Kg/mes); la variable (Tam_i) denota la cuantía de kilovatios/hora de energía utilizada en la operación de la planta i (mes), la cual es utilizada como variable proxy del tamaño de la firma¹⁰. De otro lado, (Tec_i) es una variable *dummy* proxy del nivel de tecnología del proceso productivo de la planta i , que recoge la forma de trituración de la materia prima (roca) introducida en la planta, la cual toma el valor de 0, si el procedimiento es manual y 1, si es mecánico¹¹. Mientras que (SST_i) alude al monto de sólidos suspendidos totales emitidos por la empresa i medida en partes por millón; (Lug_i) es otra variable *dummy* que señala la ubicación de la factoría; la cual asume el valor de 0, si corresponde al municipio de El Tambo y, 1 si se halla en Buenos Aires. Para finalizar, (U_i) es una variable aleatoria que recoge las modificaciones de la utilización de mercurio por parte de la firma i , de acuerdo a variables que no han sido relacionadas de forma explícita en el modelo¹². Los resultados gene-

Cuadro 1. Estimación modelo log-lin.

Variable	Coficiente	Desviación	P valor
C	-2,43	0,54	0,00
TAM	-0,01	0,00	0,00
TEC	1,45	0,54	0,00
SST	0,00	0,50	0,61
LUG	2,94	0,36	0,00

rales de la estimación bajo MCO fueron en consecuencia los siguientes¹³:

Como se puede apreciar el modelo ostenta una significancia estadística aceptable para este tipo de ejercicios tanto de forma individual como conjunta, ya que a excepción de los sólidos suspendidos (SST) todas muestran p-valores cercanos a cero y la medida de bondad de ajuste o R2 es igual a 0,37¹⁴. Así, $\hat{\beta}_0$ igual a (-2,43); revela que para una empresa que se ubica en El Tambo y tiene una tecnología manual, el nivel de mercurio utilizado en promedio es de 0,08 unidades, si el nivel de kilovatios consumidos es cero. De otro lado, en el mismo municipio, pero con tecnología mecánica, el nivel de mercurio utilizado en promedio es mayor, y alcanza las 0,37 unidades, *ceteris paribus*¹⁵. Para Buenos Aires, las empresas con tecnología manual presentan aún más utilización de mercurio, pues alcanzan las 1,66 unidades promedio, con todo lo demás constante. Para las plantas ubicadas allí mismo, pero que tienen tecnología mecánica; se obtiene en promedio, un uso de 7,1 unidades de mercurio *ceteris paribus*. El intercepto diferencial $\hat{\beta}_2$; asume un valor de (-0,01), lo que muestra que sin importar donde se ubique la empresa (aunque tal vez podría importar si los yacimientos son diferentes), si ésta consume un kilovatio más de energía por hora (es decir si ésta crece); la utilización promedio de mercurio cae en 1%¹⁶.

10 Es importante anotar que, según estudios de la CRC (2003) el proceso de amalgamación que regularmente utiliza mercurio involucra utilizar fogones donde el mercurio a temperatura, separa el oro de otros minerales. Se calcula, que en un proceso con bajo nivel de inserción tecnológica como el de los dos municipios, aproximadamente el 10% del insumo se vaya al medio ambiente en el proceso de evaporación. Y entre un 40 y 70% se vayan a los ríos en el tramo del lavado.

11 Esto aplica para la minería de filón.

12 Una primera estimación del modelo bajo Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con corrección HAC (White), reflejó que tanto las variables (Tam) como (SST) no fueron estadísticamente significativas, y la medida de bondad de ajuste fue de (0,345), aunque la prueba de asociación global arrojó un p-valor de cero. Para buscar un mejor ajuste se optó por utilizar un modelo log-lin, donde se transforma la variable mercurio a su logaritmo natural. De esta manera, los sólidos suspendidos (SST) no resultaron ser estadísticamente significativos, por lo que se suprimió como variable explicativa.

13 El método se concentra en la amalgamación y no en la lixiviación.

14 Los resultados específicos del modelo son presentados en el anexo 1.

15 Observe que el resultado es negativo y alto. Para evitar confusiones en la interpretación, el valor del intercepto de la categoría base y los interceptos diferenciales serán tomados como en antilogaritmos.

16 Los fenómenos de interacción entre las variables dicotómicas y la variable cuantitativa (tamaño) fueron estadísticamente no significativos. Por tanto, el modelo no posee pendientes diferenciales que muestren si el tamaño influye en la utilización de mercurio teniendo en cuenta la tecnología o la ubicación de

Fuera de ello, es importante anotar que según algunos estudios para Colombia [22, 23] y la zona de estudio; de la cantidad de mercurio utilizado artesanalmente para reducir costos, aproximadamente el 50% se continua en la corriente del agua y un 25% se emite a la atmósfera¹⁷.

En suma, la estimación revela tres aspectos importantes. El primero, que la utilización de mercurio está determinada en esencia por el tamaño de la empresa, la tecnología, y el lugar donde ésta se ubique, pero no por los sólidos suspendidos que ella emite, pues no resultan estadísticamente significativos en el modelo. En segundo lugar, las empresas ubicadas en el municipio de Buenos Aires contaminan más que aquellas ubicadas en El Tambo, y la tecnología mecánica hace lo propio frente a la tecnología manual. Así, las empresas con tecnología mecánica ubicadas en Buenos Aires son las que más contribuyen a degradar el medio ambiente (presión sobre el río Cauca) y las ubicadas en El Tambo con tecnología manual, hacen lo contrario. En conclusión, llama la atención que el signo del tamaño de la empresa sea negativo; pues se esperaba de forma a priori que fuese positivo toda vez que a mayor tamaño (mayor consumo de energía), la utilización de mercurio fuese alta también bajo el entendido de una mayor producción. Aunque se recalca que los yacimientos pueden ser de diferente naturaleza.

De otro lado, habida cuenta que la contaminación en los dos municipios decrece con el tamaño de la firma; una inquietud adicional se trasladó a determinar cuáles son las particularidades del fenómeno en dos periodos durante 2006 en el municipio de Buenos Aires. Por tal motivo, se implementó un modelo de datos panel balanceado que consta de 46 datos ($t=2$; $n=23$); que incluyó la información suministrada por las i firmas en el primer y segundo semestre en ese año. Siguiendo el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la conjetura subsecuente fue que el mayor vertido de efluente de mercurio, res-

la empresa. Aunque los tipos de yacimientos y el tamaño de grano de Buenos Aires y El Tambo pueden ser significativamente diferentes.

17 Es de esperar por tanto una pérdida del 30% de este metal en la zona; realizando un estimativo la emisión de mercurio que sería de 6,96 KgHg/semana; cosa que al año se tendría un promedio aproximado de 362 Kg Hg/Año insumiendo un promedio 23,2 Kg Hg/semana

Cuadro 2. Estimación Efectos Aleatorios.

Variable	Coficiente	Desviación	P valor
C	-12,26	3,75	0,00
LOG (COBRE)	0,47	0,09	0,00
LOG (SOL)	2,63	0,62	0,00

ponde al mayor nivel de actividad económica (mayor cantidad de roca molida, del tipo de roca o materia y de su dureza), revelado por una mayor concentración de sólidos suspendidos, y mayor nivel de cobre, como elemento que coadyuva la amalgamación del oro [24]. Esto último, dado que gran parte de este proceso se realiza en molinos californianos que al final del proceso utilizan placas de cobre revestidas de plata, para atrapar el oro separado de la roca¹⁸. El modelo que se planteó según la disposición de datos fue:

$$lmerc_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 lcob_{it} + \alpha_2 lso_{it} + v_{it} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde $lmerc_{it}$ denota el logaritmo natural de la utilización de mercurio por parte de la firma i en el periodo t . La variable $lcob_{it}$ muestra el consumo de cobre en logaritmo natural de la empresa i en el periodo t . lso_{it} refleja el logaritmo natural de los sólidos suspendidos que usa la firma i en el periodo t , y v_{it} es una variable aleatoria que recoge las modificaciones en la utilización de mercurio que son explicadas por otras variables diferentes a las aquí enlistadas. Debido a que el modelo es log-log, los parámetros α_1 y α_2 denotan elasticidades. El parámetro α_0 corresponde al intercepto o logaritmo de la contaminación, cuando la utilización de cobre y sólidos es nula. De esta manera, después de probar la solvencia inferencial de la estimación por mínimos cuadrados ordinarios, efectos fijos y efectos aleatorios se concluyó, a través del Test de Hausman, que la mejor estimación respondería a los efectos aleatorios.

Los resultados muestran confiabilidad estadística ya que el p valor es cero para todas las variable explicativas consideradas y su R^2 es de 0,61.¹⁹ Con esto se puede afirmar, que la sensibilidad de la utilización de

18 La amalgamación se realiza así directamente con la molienda, en los molinos californianos, se agrega la batería del molino y al final de este se coloca la placa electro plateada (plata de cobre revestida con plata) la cual es amalgamada con mercurio; las partículas finas de oro son atrapadas lo mismo que las fracciones de amalgama e inclusive el mercurio metálico

19 Los resultados específicos del modelo son presentados en el anexo 2.

mercurio es baja (inelástica) cuando se incrementa el uso de cobre, lo que indica- *ceteris paribus*- al mercurio como un elemento de presión poco sensible y de manera relativa inocuo a la presión sobre la fuente hídrica. De igual manera para este estudio, la utilización de mercurio es muy sensible (elástica) cuando se incrementa el manejo de los sólidos suspendidos, con otras cosas constantes; cuestión que corrobora la alta incidencia de la actividad económica local sobre la destrucción del activo hídrico entre periodos cortos.

Este resultado es propio de este estudio y va en contravía con lo encontrado por autores como Moran (2009) o Fierro (2013); pero un análisis más profundo de dicho resultado contradictorio desborda los alcances de este documento.

CONCLUSIONES

Los niveles de presión degradatoria sobre la cuencas y los recursos naturales que rodean la explotación minero-aurífera, de la zonas del El Tambo y Buenos Aires, comporta un problema de nivel de desarrollo, que parece evocar los lazos atávicos de la tecnología que construyera actividad minera del siglo XIX, cifrada en la expropiación ecológica y el azar cortoplacista. No obstante, el tamaño de la firma, la tecnología (manual o, mecánica) y el nivel de actividad económica seguramente pesan en proporciones variables sobre el vertimiento de mercurio en los dos municipios, resaltándose mayor intensidad en términos de presión, en el municipio de Buenos Aires (norte).

REFERENCIAS

- [1] MARRUGO, V. y YAÑEZ, F. Externalidades y Compensaciones: El caso de la minería del oro en la cuenca del río Suratá [Tesis Economista]. Bucaramanga (Santander): Universidad Industrial de Santander, 2014, 147 p.
- [2] GONZÁLEZ, L., ESPITIA, C., MUNAR, P., DE LA HOZ, A. y SANCHEZ, L. Impacto de la minería. Estudios de caso: Quibdó, Istmina, Timbiquí, López de Micay, Guapi, El Charco y Santa Bárbara. Bogotá (Colombia): Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz, 2013, 141 p.
- [3] RAMÍREZ, J., y MUÑOZ, C. Informalidad e ilegalidad en la explotación del oro y la madera en Antioquia. Medellín (Colombia): Editorial EAFIT, 2012, 191 p.
- [4] RODRIGUEZ, A., GRISALES, D. y LEÓN, E. Conflictos asociados a la gran minería en Antioquia. *El Agora USB*, 13(2), 2013, p. 371-397.
- [5] COLOMBIA. INSTITUTO DE ESTUDIOS GEOESTRATÉGICOS Y ASUNTOS POLÍTICOS. Minería ilegal en Colombia: Un referente de guerra que se abre. Bogotá (Colombia): 2012, 6 p.
- [6] RODRÍGUEZ, L., JAIMES, C., MANQUIÁN, A. y SÁNCHEZ, L. Irregularidad menstrual y exposición a mercurio en la minería artesanal del oro en Colombia. *Biomédica*, 35, 2015, p. 1-22.
- [7] COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS y ENERGÍA. ABC Minero. Bogotá (Colombia): 2012, 12 p.
- [8] GÚIZA, L. La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. *Dyna*, 80(181), 2013, p. 109-117.
- [9] MARTÍNEZ, A. Impacto Socioeconómico de la Minería en Colombia. Bogotá (Colombia): Fedesarrollo, 2012, 50 p.
- [10] MUÑOZ, L., GARCÍA, F. y RODRÍGUEZ, M. Percepción sobre daños a la salud y utilidad de medidas de protección de personas expuestas ocupacionalmente al mercurio en la minería del oro. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(1), 2012, p. 53-61.
- [11] PARDO, L. La conflictividad por el territorio, el control de los RNNR y la renta minera. En Garay, L (Ed.), *Minería en Colombia: Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos*. Bogotá (Colombia): Contraloría general de la Nación, 2014, p. 143-183.
- [12] PÉREZ, M. Conflictos ambientales en Colombia: inventario, caracterización y análisis. Cali (Colombia): Working Paper, Universidad del Valle, 2014, 70 p.
- [13] PONCE, A. Distritos mineros: exportaciones e infraestructura de Transporte. Bogotá (Colombia): 2005, 120 p.
- [14] ARGOTA, G., PÉREZ, H. y COELLO, J. Determinación analítica por exposición a cianuro libre en efluentes mineros. *Cátedra Villarreal*, 2(1), 2015, p. 11-18.
- [15] CARRILLO, M., DELGADO, J. y CÓRDOBA, E. Lixiviación con tiourea de dos minerales auroargentíferos Santandereanos. *Revista Colombiana de Materiales*, 5, 2014, p. 319-324.
- [16] VARGAS, G. Industria minera y comunidades en Colombia: problemas y recomendaciones. Bogotá (Colombia): Editorial Uniandes, 2014, 657 p.
- [17] AZQUETA, D. Valoración económica de la calidad ambiental. México D.F. (México): Mac Graw Hill, 1994, 345 p.

- [18] CARO, C. Minería en el norte del Cauca indígena. Prácticas territoriales y transformaciones socio espaciales en los Resguardos Indígenas Nasa del Municipio de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. En *Extractivismo minero en Colombia y América Latina*. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, 2014, p. 198 - 253 .
- [19] SAADE, M. Desarrollo minero y conflictos socio ambientales: los casos de Colombia, México y el Perú. Vitacura (Chile): CEPAL, Serie Macroeconomía del Desarrollo, No. 137, 2013, 57 p.
- [20] ESLAVA, A. y ZAPATA, O. Confianza y acción colectiva en contextos mineros: un análisis econométrico. En *Oro como fortuna. Instituciones, capital social y gobernanza de la minería aurífera colombiana*. Medellín (Colombia): Editorial EAFIT, 2014, 477 p.
- [21] WOOLDRIDGE, J. *Econometrics: A Modern Approach*. Mason Ohio (USA): South-Western, 2013, 912 p.
- [22] MURGAS, V. y BARROS, M. Identificación de los impactos ambientales originados por la explotación de los yacimientos de oro de tipo placer procedentes de procesos mineralizadores en el Sur de Bolívar. *Formando Investigadores*, 1, 2011, p. 191-196.
- [23] COLOMBIA. CORPORACIÓN REGIONAL DEL CAUCA. Diagnóstico geológico, minero, ambiental, social y económico. Popayán (Colombia): Distrito Minero de Fondas, El Tambo Cauca, 2003, 23 p.
- [24] ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). Reducción del uso de mercurio en la minería de oro artesanal y de pequeña escala, 2012, 76 p.