

**ANÁLISIS DEL IMPACTO ECOSISTEMICO SOBRE LA QUEBRADA
CASCABEL GENERADO POR LA EXPLOTACIÓN AURÍFERA EN MARMATO
CALDAS, COLOMBIA**

Diana Carolina Alvear Narváez

Genny Alexandra Ángel Marín

Director de Tesis: Mg. Diego Hernández García

RESUMEN

El oro es uno de los minerales que más demanda tiene en el mundo, sin embargo, en torno a la explotación de este mineral se generan problemas tanto en el ámbito social como ambiental, dificultando las condiciones de sostenibilidad en los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones dedicadas a esta actividad.

Esta investigación presenta la problemática ecosistémica generada por la minería aurífera en el municipio de Marmato, Caldas, Colombia, específicamente en la afectación al recurso hídrico de la microcuenca de la Quebrada Cascabel. Para la identificación y el análisis de los impactos se aplicó una metodología donde se agruparon los lineamientos descritos en el Enfoque Ecosistémico (EE), en el método de Leopold y en la NTC ISO 14001:2004, por ser herramientas que permiten realizar un análisis con una visión ecosistémica, que apunta al uso sostenible de los bienes y servicios, y al mantenimiento de la integridad ecológica.

Como resultado de la Investigación se identificó que la integración de las 3 metodologías facilita la visualización y valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos de una manera sistemática; que la agrupación de los estudios que se elaboran aisladamente por diferentes actores, debe ser una práctica para evitar reprocesos y lograr la optimización de los recursos; que la agrupación y análisis de información permite la generación de un diagnóstico que puede facilitar la toma de decisiones, el control territorial desde la base y la definición de programas de manejo para inversiones o trabajos futuros. Adicionalmente se

creó una cartilla como una herramienta de socialización de la investigación y promoción de la conservación de los recursos naturales a través de la aplicación de la metodología aquí propuesta. Otro de los resultado es la elaboración de un listado de normatividad aplicable en lo internacional y nacional en cuanto al uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales; donde se encontró que algunos requisitos legales ya describen una mirada ecosistémica. Con respecto a la valoración de estos requisitos legales en la zona de estudio se identificó que existe un bajo cumplimiento legal, generado por la baja socialización de los mismos, el bajo control por parte de las instituciones responsables, la falta de opciones laborales, el arraigo cultural; el bajo control territorial y sobre todo la baja organización comunitaria local.

ABSTRACT

Gold is one of the minerals with the most demand in the world; however, due to the exploitation of this mineral several problems are created on the environmental and social level, complicating the conditions for sustainability of the ecosystems and the wellbeing of the population dedicated to this activity.

This research work presents the problematic Eco systemic generated by the gold mining in the town of Marmato, Caldas, Colombia, Specifically the impact to the hydric resource of the quebrada Cascabel. For the identification and analysis of the impact a methodology where the group of guidelines described on the Enfoque Ecosistémico (EE), the method Leopold and the NTC ISO 14001:2004, were used for being tools that allow to achieve an analysis with an Eco systemic vision that aims to the sustained use of the goods and services and the maintaining of the ecologic integrity.

As a result of the investigation it was identified that the integration of the three methodologies facilitates the visualization and the quantitative and qualitative valuation of the impact in a systematic manner; that the aggrupation of studies that were elaborated individually from different actors, should be a practice to avoid reprocessing and achieve the optimization of the resources; that the grouping and analysis of information permits the

generation of a diagnosis that might facilitate the decision making, the territorial control from the base and definition of management programs for future investment or projects. Additionally a booklet was created as a tool for the socialization of the investigation and promoting of the conservation of the natural resources by means of the application of the methodology proposed herein. Another result is the elaboration of a list of normativity applicable in the international and national use pertaining to use, management and maximization of natural resources; where some legal requisites were found that already describe an Eco Systematic view. With Respect to the valuation of these legal requisites on the zone of study, it was identified that a low legal fulfillment exists, generated by the poor socialization of the same, the poor control of the responsible institutions, the lack of employment options, the culture, lack of territorial management and above all the low local community organization.

PALABRAS CLAVE: Marmato, Quebrada Cascabel, Explotación Aurífera, Impacto Ecosistémico, Enfoque Ecosistémico.

KEY WORDS: Marmato, Quebrada Cascabel, Gold Mining, Ecosystemic Impact, Enfoque Ecosistémico.

INTRODUCCIÓN

El oro es uno de los minerales que más demanda tiene en el mundo por su múltiple aprovechamiento (joyería, las reservas en los bancos, industria electrónica, de comunicaciones, microchips y en telefonía móvil), sin embargo, en torno a la explotación de este mineral se generan problemas tanto en el ámbito social como ambiental creando

diferencias entre el interés económico y las condiciones de sostenibilidad ambiental y bienestar de la población afectada por este fenómeno minero. En Colombia la minería es una de las principales actividades económicas y su práctica que ha sido desarrollada de forma indiscriminada desde hace más de 500 años, ha traído también además del desarrollo económico la generación de

impactos socio-ambientales significativos.

Parte del oro que se exporta desde Colombia, proviene del municipio de Marmato en el departamento de Caldas. La explotación, en su mayoría artesanal, genera beneficios económicos, que también van acompañados de impactos ecosistémicos y conflictos sociales, objeto de la presente investigación. Lo anterior hace que la comunidad deba enfrentar situaciones particulares que influyen la afectación de los recursos naturales disponibles, por falta de trabajo concertado y planificado entre los actores que intervienen en esta actividad económica. Es así como, uno de los recursos que más ha afectado y que amenaza directamente el clímax de los ecosistemas es el Agua, elemento clave para el desarrollo económico y social de una comunidad, que se usa además de la minería, en diferentes actividades como la agricultura, ganadería, el sector industrial y de servicios.

La presente investigación, se centró en la afectación generada a la microcuenca de la Quebrada Cascabel ubicada en el municipio de Marmato - Caldas, partiendo de la valoración de los impactos

Ecosistémicos, frente al desarrollo de esta actividad. Aunque en el municipio se han realizado algunos estudios ambientales y sociales, esta investigación, trabajó en los impactos Ecosistémicos que ha generado la minería sobre el recurso hídrico, agrupando las investigaciones previamente realizadas e identificando los actores clave.

Para el desarrollo metodológico se agruparon tres metodologías que facilitaron la visualización y valoración de los impactos de manera sistemática. Adicionalmente, se creó una cartilla para socializar ante las comunidades la metodología propuesta y promover la conservación de los recursos naturales como un medio de educación ambiental. También se identificaron del contexto internacional y nacional los requisitos legales aplicables a la zona de estudio. Para finalizar, en el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la aplicación metodológica, la identificación del proceso minero de la zona y su relación con la valoración de los impactos Ecosistémicos en la Quebrada Cascabel.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo de la investigación la revisión bibliográfica fue de gran apoyo durante la investigación, debido a que en el municipio se han realizado diversos estudios que aportaron en el desarrollo de esta, evitando reprocesos.

Como primer ejercicio en la aplicación de la metodología se realizó la identificación de actores clave, tomando como base la “Guía de Identificación de la Comisión Nacional del Agua del Gobierno Federal de México”, estableciendo los actores de acuerdo al ámbito espacial, sea este Municipal, Departamental, Nacional e

Internacional, y según el espacio en el cual pudiesen concurrir como son el económico, político, socio-cultural o internacional, como puede observarse en la Tabla N°1. De esta manera se logró obtener un panorama general de los grupos sociales e institucionales que generan las acciones y participan en la toma de decisiones que pueden afectar o beneficiar los sistemas naturales del municipio de Marmato y a quienes puede igualmente interesarles el desarrollo del presente trabajo como una herramienta de análisis para la toma de decisiones que favorecería el manejo ecosistémico del territorio.

TABLA N°1. MATRIZ DE ACTORES CLAVE Y SU INCIDENCIA SEGÚN EL CONTEXTO.

AMBITO	ACTORES CLAVES	ACTORES QUE PUEDEN CONCURRIR EN UNA PROBLEMÁTICA POR CONTEXTO				
		AMBIENTAL	ECONÓMICO	POLÍTICO	SOCIO-CULTURAL	INTERNACIONAL
Municipal						
Departamental						
Nacional						
Internacional						

En la determinación de las obligaciones legales relacionadas con el propósito de la investigación se elaboraron dos matrices, así; en la primera matriz se presenta un resumen de las exigencias que se realizan en los acuerdos internacionales, relacionados en la Tabla N°2 y en la segunda matriz se identifica la legislación

nacional, resumidas en la Tabla N°3 a tener en cuenta para el área de estudio. Se logró con esto enumerar las políticas y prácticas que regulan el uso de los recursos, de la explotación minera y de la conservación de los ecosistemas en Colombia aplicables a la zona de estudio.

TABLA N°2. REQUISITOS LEGALES DE ACUERDOS INTERNACIONALES.

ITEM	NOMBRE	EXIGENCIA
1.		
2.		
3.		

TABLA N°3. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS LEGALES NACIONALES.

ITEM	NORMA	ENTE REGULADOR	EXIGENCIA	COMPONENTE
1				
2				

En cuanto a la evaluación de los impactos ecosistémicos la metodología aplicada se basó en los lineamientos del Enfoque Ecosistémico EE, de los aspectos que se tuvieron en cuenta para seleccionar esta metodología a pesar de ser relativamente nueva, que no tiene un rigor científico y

que es de carácter subjetivo, están: que se ha consolidado como una base conceptual y metodológica para el desarrollo sostenible; que puede ser adaptable a un espacio geográfico y sobre todo que brinda herramientas de análisis para conocer el grado de afinidad que hay entre un modelo Ecosistémico y el

Entre otras actividades se realizaron conversatorios y recorridos por la zona, participando de las reuniones organizadas por CORPOCALDAS, acompañamiento en las reuniones de elaboración del PMA para una mina, acompañamiento a diferentes estudiantes que realizan tesis de pregrado, conversatorio con representantes de las mujeres y del consejo, acompañamiento a una asociación minera durante el manejo de un accidente mortal, visita a la Casa de la Cultura y a la Institución Educativa.

Como socialización de la presente investigación se elaboró una presentación en power point y se realizó un ejercicio de cartografía social, con el cual se analizaron algunos impactos ecosistémicos generados en el recurso agua.

RESULTADOS

Identificación de actores clave:

Se identificaron 30 Actores Clave distribuidos según el ámbito de intervención de la siguiente manera: 10 municipales, 6 departamentales, 10 nacional y 4 internacionales. De acuerdo a la incidencia en la temática de la

investigación se enmarcaron según el contexto así: 30 en lo ambiental; 19 en lo económico; 23 en lo político; 32 en lo socio-cultural y 18 en lo internacional.

Identificación de requisitos legales aplicables:

Se identificaron:

1. 13 requisitos legales relacionados con acuerdos internacionales.
2. 30 requisitos legales directamente relacionados con el medio ambiente y que influyen directamente con el manejo y conservación del recurso aire, agua, suelo, flora, fauna.
3. 14 requisitos legales que tiene relación con el manejo del sistema natural y con incidencia directa en los componentes: social, cultural, sistemas de gestión ambiental, salud ocupacional y seguridad industrial.

Métodos de extracción aurífera en Marmato:

Los métodos de extracción aurífera realizados en Marmato siguen siendo tan rudimentarios como desde sus inicios, trabajos manuales y empíricos.

- **El transporte del material** a los molinos se hace en carretas empujadas por hombres sobre rieles, en cables, a lomo de mula o en volquetas, dependiendo de la distancia de la boca mina al molino y también de las vías de acceso
- Las plantas de beneficio se ubican cerca a zonas hídricas, tal y como sucede a orillas de la quebrada Cascabel
- La separación mecánica se realiza a través de tolvas y mesa Wilfley.
- La separación Química, se realiza por tanques de cianuración.
- El barequeo, es un sistema de obtención de oro, utilizado las quebradas. Y en su mayoría es realizada por comunidades afrodescendientes.

Impactos Ecosistémicos por explotación minera en la microcuenca Cascabel

- Usos de la Quebrada: consumo humano y actividades agropecuarias en el área cercana al nacimiento; suministro y vertedero de la actividad aurífera en la trayectoria hasta la desembocadura en el río Cauca.
- En lo Cultural: hace parte de la identidad del Marmateño y de historia mediante la leyenda popular “Agüita de Cascabel”. Anteriormente era un sitio de recreación

familiar por su cercanía con la cabecera municipal.

- Los parámetros fisicoquímicos de la Quebrada Cascabel según un estudio realizado en el año 2011 por CORPOCALDAS y Fundación SANEAR arrojaron como resultado que existen tres tipos de aguas residuales derivadas de la actividad minera: Drenaje minero ácido, aguas cianuradas salidas de las plantas de beneficio y aguas cianuradas salidas al lavado de estériles.
- En general los efectos de la minería sobre las corrientes naturales resaltan a simple vista: coloración marrón y olor azufre. Además, la lluvia acelera el lavado del material que se descarga en superficie como estéril, arrastrando metales pesados hacia los cuerpos de agua cercanos. También existe el problema de la sedimentación de cauces, al igual que la contaminación por sustancias utilizadas en el beneficio del mineral como aceites, fosfatos (en tensoactivos y jabones), nitratos y nitritos.
- El pH medido a la salida de las minas entre 2,9 y 4,4 unidades, corresponde a drenajes ácido de minas con una conductividad entre 2820 y 5440 $\mu\text{s/cm}$. En las plantas de beneficio, se aumenta el pH de 4,3 a 8,6 unidades, debido a la

adición de sales y cal para neutralizar el cianuro. Sin embargo las concentraciones de este compuesto persisten entre 2,57 y 5,3 mg/l, lo mismo que los sólidos totales, muy explicable por tratarse de residuos líquidos sin ningún tratamiento.

- Estas aguas contaminadas además están cargadas de cantidades excesivas de cloruros, Materia orgánica; y metales pesados dentro de los sedimentos presentes en las corrientes de agua superficiales, con valores que oscilan entre: Cobre: 125-619 p.p.m., Plomo: 330>10.000p.p.m., Zinc: 1,365>10.000p.p.m., Arsénico: 372-1.850 p.p.m., Mercurio: 550 p.p.m., Cadmio: 28-308 p.p.m., Antimonio: 5.6-15 p.p.m. y Bismuto: 6-306 p.p.m.
- Se realiza una valoración ecosistémica, donde se valoran los siguientes criterios: Para el cuadrante “Y”: la modificación del régimen; seguida por la extracción y transformación del recurso natural; cambios paisajísticos y socio-culturales; tratamiento y vertido de residuos; procesos productivos o industriales, y salud y seguridad; y para el cuadrante “X”: Servicios de Abastecimiento (los productos o bienes como el agua, la pesca o la madera, los minerales y productos agrícolas); Servicios de Regulación (las

funciones de los ecosistemas, el ciclo del agua, las cadenas alimenticias, el cambio en los nichos ecológicos, conservación y abastecimiento para las generaciones futuras cumpliendo con el principio del desarrollo sostenible); Servicios Culturales (beneficios no materiales, actividades recreativas, beneficios estéticos y espirituales, mantenimiento de la identidad cultural, alteración del paisaje).

- Los impactos ecosistémicos por Modificación del Régimen son: Existe una constante en la significancia de los impactos ecosistémicos generados en el recurso suelo, agua, paisaje y la comunidad involucrada en la actividad minera, y es que la alteración tanto en el hábitat de especies del suelo y el agua se puede evidenciar en los procesos erosivos consecuencia de la disposición de estériles y del vertimiento de las minas, molinos y drenajes ácidos de roca que han extinguido la vida acuática en la quebrada. La modificación del hábitat se ve acompañada también de la alteración de la cubierta terrestre y los ruidos y vibraciones que se generan, creando desplazamiento o pérdida de especies tanto de flora y fauna. Otro de los impactos significantes es la modificación

del caudal debido a que no existe control para la captación de aguas y el vertimiento de ellas. Estas alteraciones perceptibles a simple vista han generado un significativo impacto paisajístico, en el que las desarmonías y los temas de salud y seguridad están estrechamente ligados, el agua es inútil para uso humano y las laderas presentan erosión que en cualquier momento puede convertirse en movimientos masales ocasionando graves pérdidas, y perjudicando directamente la comunidad minera.

- Impactos Ecosistémicos por Extracción y Transformación al Recurso Natural: Durante el proceso minero se presentan actividades que afectan los recursos naturales y a la comunidad en general. Es el caso de la construcción de molinos y boca minas, la tala y descapote, la voladura, la captación de agua y la filtración, los que resultan más significantes en este punto. Para la construcción de los molinos y bocaminas se requiere una ubicación cercana a los cuerpos de agua para tener más fácil acceso a ella tanto en la captación como en el vertimiento. También se requiere una amplia intervención en el suelo para crear accesos entre minas y molinos, y para la construcción de estos, lo que

genera remoción, erosión y pérdida de suelo; y lo que agrava más la situación es la disposición del material estéril proveniente de la mina. Este material además de generar erosión, genera la producción de ácidos que se infiltran en el suelo, llegando a los acuíferos subterráneos y finalmente a los superficiales, causando así daños en el suelo y el agua. En este punto las alteraciones físico-químicas y biológicas del agua se ven altamente perjudicadas, presentando una inhibición en la vida acuática. En la caracterización realizada en el año 2011 por CORPOCALDAS para la Quebrada Cascabel se reporta un incremento de carga contaminante con respecto a su nacimiento a causa de las minas y molinos que se encuentran sobre la microcuenca que se abastecen de ella. Aunque las condiciones de la quebrada se ven afectadas desde su nacimiento, debido a la captación incontrolada de agua que ha venido secando tributarios de la quebrada Cascabel, como la quebrada La Victoria (Alcaldía de Marmato, 2007), antes fuente abastecedora de la vereda Bellavista, ahora se captan las aguas de la quebrada Cascabel para su abastecimiento; este problema se ve agudizado en esta zona alta por la

contaminación generada por los cultivos de café y aguas residuales de algunos asentamientos humanos cerca a las bocatomas. Además la inexistencia de líneas amarillas que permitan la protección y recarga de las fuentes hídricas. Las aguas subterráneas sufren altos grados de mineralización puesto que se ven afectadas por la apertura de túneles, el consiguiente tránsito de personal por labores subterráneas unido al desplazamiento de carretas manuales fluyendo finalmente hacia el exterior de la explotación.

- Impactos Ecosistémicos por Cambios Paisajísticos y Socio-culturales: En este punto en el que se evalúa el paisaje y lo socio-cultural los picos más altos los muestra la alteración en suelos, las características físico-químicas del agua y las desarmonías del paisaje, que conllevan a una afectación en la salud y seguridad de la comunidad. El deterioro de los suelos y el agua causan un impacto visual alto, la erosión por parte del suelo, la presencia de áreas deforestadas, botaderos de estériles y la calidad del agua reflejada en las características organolépticas, en el color gris de los drenajes provocado por las arenas residuales provenientes de la recuperación

gravimétrica, amalgamación y colas de cianuración, especialmente cuando estos productos se disponen cerca a las corrientes de agua; este impacto aumenta a medida que transcurre el tiempo de extracción y beneficio.

- Impactos Ecosistémicos por Tratamiento y Vertido de Residuos: Las fuentes hídricas del municipio son el primer recurso afectado por la actividad aurífera y es que la alteración del caudal y el vertido de las aguas industriales sin ningún tratamiento afectan directa e indirectamente cada uno de los componentes bióticos y abióticos del sistema. Las plantas de beneficio son los principales generadores de efluentes mineros y hacen la evacuación de las aguas por infiltración o a las fuentes hídricas más cercanas.

Aunque se conoce de actividades agropecuarias en la zona, los grados de contaminación más severos son producidos por la actividad minera tanto en el suelo como en el agua.

Retomando las características físico-químicas, en estudios realizados en 1996 por MINERALCO permiten observar el incremento del pH con respecto al estudio realizado por CORPOCALDAS en 2011,

esto puede deberse a la adición de cal a las soluciones cianuradas para neutralizar su acidez y evitar un consumo innecesario de cianuro, aunque el pH ha aumentado, sigue siendo ácido comprometiendo la vida acuática de la quebrada, que también se ve relacionada con la ausencia de oxígeno disuelto y las altas concentraciones de sólidos suspendidos que se mantiene sobre los 11000 mg/L a lo largo del tiempo, rebasando los límites admisibles (≤ 500 para aguas para consumo humano y < 90 para uso estético) como se puede observar en los resultados de las caracterizaciones. La disminución en los datos de pH, Sólidos Suspendidos Totales y Oxígeno Disuelto de la caracterización realizada en el año 1996 con respecto a los datos obtenidos en la caracterización realizada por CORPOCALDAS en el año 2011, puede deberse a que en esta última se hace muestreo en cuatro puntos diferentes y en la primera solo se hizo un muestreo después del paso de las minas.

En estudios realizados por (DIAZ A., 2013), se pudo constatar que el drenaje ácido de mina es uno de los factores que afecta el recurso hídrico de la zona, estudio que arrojó pH entre 3 y 4 unidades, lo suficientemente ácidos para

alterar e inhibir los procesos biológicos y químicos naturales, y también mostró la presencia de metales pesados como Aluminio (Al), Arsénico (As), Cadmio (Cd), Manganeso (Mn), Mercurio (Hg) y Zinc (Zn). Estos metales considerados pesados son los más importantes contaminantes ambientales, estos no se degradan química ni biológicamente, por lo que una vez emitidos permanecen en el ambiente y duran cientos de años, ocasionando daños a la salud de las personas y demás seres vivos.

Impactos Ecosistémicos por Procesos Productivos o Industriales: Como se mencionó anteriormente existen actividades agropecuarias en las zonas altas de la quebrada, especialmente cultivos de café que aportan carga contaminante a las aguas, pero la actividad minera es la que impacta significativamente los recursos naturales.

Impactos Ecosistémicos que Influyen en la Salud y Seguridad: En cuanto a la salud y seguridad de los mineros se ven problemas asociados a las voladuras, debido a la restricción que tienen en la compra de dinamita muchos de ellos, lo cual provoca el uso de métodos empíricos que no son seguros. Los mineros también

están expuestos a derrumbamiento de los socavones, al contacto con sustancias como el cianuro y el mercurio que pueden causar graves daños al no manipularse de manera adecuada. La comunidad en general está en riesgo debido a la erosión que se presenta en las laderas lo que puede ocasionar movimientos masales de gran importancia. En cuanto a las fuentes hídricas, son inadecuadas para cualquier tipo de uso doméstico o agropecuario.

- Dentro de los impactos evaluados se tuvo en cuenta la llegada de las compañías multinacionales, porque las dinámicas que se realizan para la exploración del recurso minero, tanto técnicas sociales desencadenaron una serie de impactos que se reflejan en los cambios biofísicos (infiltración de aguas al suelo, desplazamiento de fauna, eliminación de flora, procesos erosivos, la disminución de recursos naturales por consumo, la generación de expectativas, conflictos de orden público, que se reflejan en el miedo que expresan los Marmateños por el posible desplazamiento y desaparición del cerro El Burro en el momento que se dé inicio al proyecto de extracción a cielo abierto.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

En los antecedentes revisados acerca de la aplicación del enfoque ecosistémico en diferentes sitios de Latinoamérica, se describe que los proyectos o la construcción de diferentes planes de manejo no favorecen la aplicación metodológica que expone el EE a causa de los limitados tiempos para la ejecución de los planes o proyectos, por lo tanto esta propuesta permite que a través de un diagnóstico se logre tener una línea base para la aplicación del enfoque ecosistémico. Entendiéndose como línea base “el identificar la necesidad, el estado y las características ambientales del entorno en que se pretende aplicarse el EE”

En los antecedentes revisados acerca de la aplicación del enfoque ecosistémico en diferentes sitios de Latinoamérica, se describe que integrar la implementación del EE con otros proyectos o en la construcción de diferentes planes de manejo resultaría factible siempre y cuando no se limiten los tiempos para su ejecución, por lo tanto esta propuesta permite que a través de una revisión

bibliográfica y el análisis en la matriz se obtenga una línea base para la aplicación del enfoque ecosistémico. Entendiéndose como línea base “el identificar la necesidad, el estado y las características ambientales del entorno en que se pretende aplicar”.

A pesar de que en Colombia se han desarrollado planes que permiten una visión integral como son los Planes de Ordenamiento Territorial y Planes para el manejo de cuencas hidrográficas, entre otros, estas acciones no ha sido suficiente para lograr la conservación de los recursos naturales, debido a la falta de participación de los actores locales en su elaboración, con propuestas que favorezcan su sostenimiento socioeconómico y la permanencia en su territorio a cambio de la conservación de los recursos.

Cuando se observa el proceso de extracción de oro en el municipio de Marmato se puede evidenciar la ausencia de tecnología y el inadecuado manejo de los recursos naturales, económicos y familiares. Es importante reconocer que la

minería ha sido la base económica de este territorio por casi 500 años y a pesar de ello es fácil observar la necesidad de este territorio frente a la presencia del estado con acciones que promuevan la formación, asesoría e inversión en temas de tecnología, desarrollo sostenible y cumplimiento legal, para optimizar el proceso de explotación y procesamiento del mineral. De igual forma desarrollar actividades para la permanencia de una cultura y un estilo de vida que merece toda la atención y respeto por parte de los gobernantes. Municipios como Marmato existen en todas partes de Colombia, territorios con abundancia en recursos hídricos, minerales, tierras fértiles, biodiversidad, que no sólo deben ser reconocidos por el estado en el momento en que inversionistas extranjeros descubren el potencial de estos.

La metodología propuesta en la presente investigación permite recoger los esfuerzos que diversos actores particulares, institucionales o locales que desarrollan investigaciones, propuestas o planes en la zona de estudio, ya sea por iniciativa propia, interés particular o cumplimientos legislativos e

institucionales, permitiendo conocer así los puntos de vista de quienes los elaboraron, articulándolos en un solo documento, del cual se realiza un análisis y facilitará la definición de estrategias metodológicas que no estén en contra de una cultura local.

Teniendo en cuenta que la metodología de EE presenta debilidad en cuanto a la necesidad de formular atributos e indicadores de análisis fácilmente medibles que permitan medir el avance del proceso, esta herramienta preliminar para la aplicación del EE permitirá reconocer de manera cualitativa y cuantitativa el estado de la zona a trabajar y con la obtención de una línea base establecer los indicadores para la aplicación metodológica del EE, y a la vez conocer de manera medible el avance del proceso de implementación.

Este aporte metodológico brindará de manera organizada la posibilidad de establecer una adecuada planificación en el territorio a la vez de propender por la conservación de una cultura y una historia que es Nacional.

La revisión bibliográfica realizada como una actividad importante en la presente investigación debe ser para el enfoque ecosistémico no solo una herramienta para conocer información de la zona a trabajar y planificar su implementación, sino una herramienta para la gestión, ya que quienes han participado en la elaboración de estudios y planes han plasmado su interés en el territorio y podrán ser actores claves para la construcción de las nuevas políticas de conservación, la realización de otros estudios que se requieran elaborar y con quienes puede ser probable hacer alianzas que permitan ahorros económicos.

Esta metodología se propone como línea base para integrar la metodología de Enfoque Ecosistémico porque a diferencia de las evaluaciones de impactos ambientales tiene en cuenta múltiples escalas espaciales y temporales; porque recoge información de diferentes actores claves, la metodología permite procesos de socialización y sensibilización de cómo estrategia para la participación de las comunidades en la toma de decisiones, y brinda información legal con la cual la

comunidad tendrá criterio y soporte para la toma de decisiones.

Los resultados arrojados por la matriz de impactos ecosistémicos indican que los recursos naturales que se ven afectados significativamente son el recurso hídrico y el suelo, comprometiendo las características físico-químicas y biológicas de estos, debido a la disposición inadecuada de estériles y al vertimiento de las aguas provenientes de los molinos que se hace directamente sobre la quebrada, la afectación a estos dos recursos desencadena problemas de paisaje, salud, seguridad y culturales.

Los procesos de extracción aurífera en Marmato son obsoletos y carecen de medidas que protejan el ecosistema.

En general, la situación del recurso hídrico en Colombia no alcanza niveles críticos, sin embargo, se presentan situaciones alarmantes en términos de abastecimiento y calidad en algunos municipios y áreas urbanas, en donde se deben definir políticas para la

planificación, manejo y utilización del recurso hídrico para prevenir futuras crisis.

A pesar de los intereses de la comunidad por mantenerse y defender su territorio se requiere formación en temas organizativos, ya que se cuenta en la zona con diversos grupos asociativos que no se articulan y que pretenden liderar proyectos que no serían en este momento benéficos para el medio local. Tal es el caso del proyecto de turismo, puesto que no se cuenta en la zona con adecuados servicios de saneamiento básico, hoteles, transporte, minas seguras para visitantes, no se han realizado estudios de capacidad de carga, no se ha detectado el tipo de turismo, ni cómo manejar los impactos sociales que esta actividad puede desencadenar.

La metodología para la elaboración de la matriz se realizó para que pueda ser usada con las comunidades locales, ya que se puede valorar a través del juego y servirá como herramienta para la educación y sensibilización ambiental.

Durante la visita a la zona de estudio se observó a algunas mujeres realizando labores en los molinos y de barequeo, sin embargo en la literatura revisada y durante la visita a la zona se encontró que no se visibiliza el papel de la mujer en la actividad minera.

Durante el desarrollo de la presente investigación se logró corroborar que dentro de las limitaciones existentes en la conservación del recurso agua están: la baja articulación entre los intereses de las comunidades y los del estado, las competencias entre los sectores público, social y privado, la creación de diferentes políticas a cargo de diferentes actores para un solo recurso, la baja planificación territorial, los patrones de consumo, el bajo conocimiento acerca del funcionamiento de los ecosistemas, el concepto de cuenca y el ciclo del agua.

La comunidad Marmateña debe articular los intereses individuales y direccionarlos hacia un desarrollo local, mediante el fortalecimiento de los procesos organizativos buscando formación técnica que les permita el conocimiento adecuado para implementar prácticas mineras amigables con el medio ambiente.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación, la comunidad Marmateña podrá establecer líneas de trabajo, y así desde la base social definir los medios de interlocución con CORPOCALDAS, para que no solo con direccionamiento, sino también con acompañamiento se logre mejorar técnicas en los procesos de explotación minera para el cuidado ambiental.

Es necesario que los grupos asociativos de Marmato ejerzan acciones de control territorial, de manera que quienes visitan la zona con intereses educativos o turísticos logren contribuir en la planeación del territorio, con la realización de estudios, proyectos e investigaciones complementarios o necesarios para su proceso de construcción de plan de vida, y que no se conviertan en investigaciones repetidas o nunca conocidas por los verdaderos interesados.

Es importante implementar acciones de control al cierre o abandono de la mina, conocida esta como la tercera parte de la actividad minera, debido a que es una de las etapas conocidas como la más

perjudicial para el ambiente, específicamente para el recurso suelo, y se recomienda realizar una recuperación del área intervenida, devolviéndola lo más cercanamente posible al estado previo a la actividad minera y gestionar estudios que permitan identificar los posibles usos del material extraído (estériles) en la industria.

El gobierno y sus entidades deben trabajar con los mineros y apropiarse de la minería responsable en el municipio de Marmato y comprometerse en el beneficio de los colombianos y no de los extranjeros, fortaleciendo la minería artesanal, innovando en nuevos proyectos que permitan mayor rentabilidad, pero siempre respetando los recursos naturales.

Promover en la zona el respaldo para las mujeres y los jóvenes, como líderes comunitarios, que participen en acciones de formación y en la toma de decisiones que se requieran.

La presencia de multinacionales y el desarrollo de los proyectos de gran minería ha generado un alto impacto social porque puede acabar con una cultura de casi 500 años, por lo tanto se

recomienda al estado liderar procesos de conservación del medio natural, practicar políticas públicas, implementar acciones de cumplimiento para zonas de patrimonio histórico y permitir la organización de los pequeños mineros como una alternativa económica característica de este país.

Promover en la zona el respaldo para las mujeres y los jóvenes, como líderes comunitarios, que participen en acciones de formación y en la toma de decisiones que se requieran para el manejo del territorio. Además de involucrarlas como protectoras del ambiente y la salud, ya que con su papel de amas de casa son usuarias del recurso agua y responsables de la salud familiar.

En la zona de Marmato se requiere realizar estudios que permitan conocer cuál es la flora y fauna nativa, para que a través del análisis ecológico se establezcan la importancia de cada recurso natural y se obtenga información complementaria para identificar los servicios de abastecimiento, de regulación y culturales, desde una visión industrial minera.

Para dar continuidad a esta investigación con proyección municipal, este trabajo puede ser tomado como base metodológica para la generación de un diagnóstico ecosistémico. Y para ello es necesario realizar una revisión bibliográfica de los estudios, proyectos e investigaciones sociales, ambientales, económicas, políticas, de salud e industriales que se han realizado a través del tiempo en el municipio.

Durante la valoración ecosistémica realizada elaborada en la Quebrada Cascabel, zona de estudio del presente investigación se logró establecer que es un recurso de importancia e identidad para los Marmateños y que por lo tanto requiere de investigaciones más detalladas como: zonificación y análisis ecológico de la zona de la quebrada, utilizando sensores remotos y con una percepción desde la ecología del paisaje; identificación del caudal ecológico; estudios de flora y fauna características de la zona; e identificación de sitios arqueológicos y formación en el manejo legal nacional, que facilite el análisis para tomar decisiones con respecto a alternativas para el adecuado manejo del recurso y futura inclusión de la

herramienta de enfoque ecosistémico como elemento base para la construcción del plan de vida local Marmateño.

REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Minería - Gobernación de Caldas - Ministerio de Minas y Energía. (2012). *Censo Minero Marmato 2012*. Manizales, Caldas.
- AGUDELO, P. A. (2011). *(Des)hilvanar el sentido/los juegos de Penélope. Una revisión del concepto imaginario y sus implicaciones sociales*. Medellín. Col.: Unipluri/versidad Vol.11 No.3.
- Alcaldía de Marmato. (2007). *Perfil Epidemiológico Marmato*. Marmato Caldas.
- Alcaldía de Marmato. (26 de Octubre de 2012). <http://www.marmato-caldas.gov.co/>. Recuperado el 20 de Septiembre de 2013, de <http://marmato-caldas.gov.co/apc-aa-files/39656265616266366134333935316639/actualizacion-diagnostico-eot.pdf>

- Alcaldía de Marmato Caldas. (25 de Julio de 2013). "MARMATO HACIA LA PROSPERIDAD INTEGRAL" *Todos por un Marmato Anhelado*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de <http://marmato-caldas.gov.co/>: http://marmato-caldas.gov.co/informacion_genera1.shtml
- Alcaldía Municipal de Marmato. (2012). *Plan de Desarrollo Municipal 2012 -2015*. Marmato, Caldas.
- ALZATE, J. M. (20 de Junio de 2009). *EJE 21*. Recuperado el 15 de Junio de 2013, de <http://eje21.com.co/>: <http://eje21.com.co/caldas-secciones-58/13761-marmato-el-pesebre-de-oro.html>
- AMAYA, A. y. (Dirección). (2010). *La Paradoja del Brillo. Colombia 2010* [Película].
- ANDRADE A., A. S. (2011). *Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico*. CEM-UICN, CI-Colombia, ELAP-UCI, FCBC, UNESCO-Programa MAB.
- ANDRADE I., G. y. (2012). Dilemas Ambientales de la Gran Minería en Colombia. *Revista Javeriana* , 17-23.
- ANDRADE P., Á. (. (2007). *Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica*. CEM - UICN. . Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia - Unibiblos.
- BITRÓN, X. U. (s.f.). *El Enfoque Ecosistémico en la Práctica*.
- BOHORQUEZ A., E. (25 de Mayo de 2008). Radiografía del metal en el país. Colombia: mina de oro en potencia. *EL ESPECTADOR.COM*.
- BOLSA libre. (2010). *Oro. El Uso Industrial*. Recuperado el 23 de Mayo de 2013, de <http://www.bolsalibre.es/articulos/view/oro-industria>
- CARACOL, RADIO. (9 de Marzo de 2010). CARACOL, RADIO. *Mina de oro de Marmato, Caldas, tiene reservas de 7.5 millones de onzas*. Colombia: Caracol, Radio.
- CARTA FINANCIERA. (26 de Mayo de 2013). *Los 20 países con mayores reservas de oro*. Recuperado el 3 de Agosto de 2013, de <http://www.cartafinanciera.com/tendencia-actual/los-20-paises-con-mayores-reservas-de-oro/>

- CCX Grupo EBX. (2012). <http://www.ccx.com.co/>. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de <http://www.ccx.com.co/es/nuestros-negocios/Pages/sector-mineria-colombia.aspx>
- Concejo Municipal de Marmato Caldas. (29 de Enero de 2004). Proyecto de Acuerdo Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Marmato Caldas Acuerdo N°005. Marmato, Caldas, Colombia.
- CONESA, F. V. (1996). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- CORPOCALDAS, FUNDACION SANEAR. (2011). *Catacterización, Evaluación y Modelación de la Calidad del Agua. Quebradas Cascabel y Aguas Claras del Municipio de Marmato*. Manizales, Caldas.
- Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS - Corporación Aldea Global. (2010). *Plan de Acción Inmediato - PAI para el Municipio de Marmato 2.010*. Manizales (Caldas).
- Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS. (1.998). *Agenda para la Gestión Ambiental del Municipio de Marmato*. Manizales, Caldas.
- Del CASTILLO, L. (2009). *LOS FOROS DEL AGUA*. Argentina.
- Di Salvo, A., Romero, N., & Briceño, J. (2009). Estudio de los ecosistemas desde la perspectiva de la complejidad. *Multiciencias*, 242-248.
- DIAZ A., J. (2013). *Tratamiento Biológico como Alternativa para Disminuir el Impacto Ambiental Ocasionado por el Drenaje Ácido, Generado por la Actividad Minera en el Municipio de Marmato-Caldas*. Manizales.
- EL PAÍS. (22 de Marzo de 2010). El agua contaminada causa más muertos que cualquier guerra. *EL PAÍS, El Periódico Global en Español*.
- El Tiempo. (4 de Diciembre de 2012). Oro en Segovia, Antioquia refleja problemática social. *El Tiempo*.
- EL TIEMPO.COM. (20 de Abril de 2010). Marmato (Caldas), en la incertidumbre por la explotación

- de sus yacimientos de oro a cielo abierto. *EL TIEMPO.COM*.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) y Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANA) . (Abril de 2012). *Planrta Azul - Banco de Occidente*. Recuperado el 19 de Agosto de 2013, de <http://comunidadplanetaazul.com/agua/notas-a-gotas/generalidades-sobre-el-agua-en-colombia/>
- GALLEGO E., A. y. (1984). Historia de Marmato. En A. y. Gallego E., *Historia de Marmato* (pág. 105). Bogotá DC: Gráficas Cabrera.
- GARAY S., L. J. (Mayo de 2013). *Minería en Colombia*. Colombia: Imprenta Nacional.
- GARCÍA Leyton, L. A. (2004). *Aplicación del Análisis Multicriterio en la Evaluación de Impactos Ambientales*. España.
- Gobernación de Bolivia, The Nature Conservancy (TNC) y Corporación Andina de Fomento (CAF). (2008). *Taller Regional BOLIVIA • COLOMBIA • ECUADOR • PERÚ • VENEZUELA Conservando los Servicios Ambientales para la Gente y la Naturaleza*. Bolivia: Corporación Andina de Fomento (CAF).
- GOLDCORP. (12 de Mayo de 2012). *ABOVE GROUND ONLINE*. Recuperado el 16 de Jueves de Agosto, de El papel oculto del oro en la tecnología: <http://www.goldcorp.com/Spanish/Blog/Article-Details/2012/El-papel-oculto-del-oro-en-la-tecnologia/default.aspx>
- GONZALES P., L. y. (2013). *Impacto de la Minería de Hecho en Colombia*. Bogotá DC: Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz - INDEPAZ.
- GONZALES, M. (2006). *Metodología de Valoración de la Significancia de los Aspectos e Impactos Ambientales*. Edición Libre.
- Grey, D. y. (2005). *Agua para el Crecimiento y Desarrollo: Un Marco de Trabajo para el Análisis*.
- Hector A., R. D. (2005). *Estudio de Impacto Ambiental. Guía Metodológica*. Escuela Colombiana de Ingeniería. Ingeniería Civil. Primera Edición .
- HERRERA C., P. M. (2011). *¿CUÁL ES EL COSTO DE LA*

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

MINERA . Lima - Perú.

Hettner, A. (1976). *Viajes por los Andes Colombianos*. Bogotá DC: Talleres Gráficos del Banco de la República.

HUERTA, P. (27 de Febrero de 2013). *Discovery Noticias*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de <http://noticias.tudiscovery.com/>: <http://noticias.tudiscovery.com/6-usos-desconocidos-del-oro-en-la-industria-y-la-cultura/>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (01 de 12 de 2004). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 1400|. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

LANACION.COM. (5 de 08 de 2011). *lanacion.com*. Recuperado el 4 de Julio de 2013, de <http://www.lanacion.com.ar/1418064-la-población-llega-a-7000-millones>

LEBEL, J. (2003). *Health: an Ecosystem Approach*. Canadá: Copyright.

International Development Research Centre.

LENNTech. (s.f.). *Water Treatment Solutions*. Recuperado el 26 de Mayo de 2013, de <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/au.htm>

LEYVA, P. (2001). *El Medio Ambiente en Colombia*. IDEAM.

MARTINEZ, M. (1998). *La Investigación Cualitativa Etnográfica en Educación. Manual Práctico - Teórico*. Caracas: Editorial Trillas.

MINERALCO S.A. (1996). *Plan de Manejo Ambiental Minería de Hecho Marmato Departamento de Caldas*. Santa Fé de Bogotá: Sísmica y Ambiente.

Ministerio de Minas y Energía . (2011). *Los Recursos Minerales de Colombia*. Bogotá DC.

Ministerio de Minas y Energía - Ministerio de Medio Ambiente. (s.f.). *Guía Minero Ambiental - 2 Explotación*. Bogotá DC.

Ministerio de Minas y Energía. (2003). *Glosario Técnico Minero*. Bogotá D.C.

Ministerio de Minas y Energía. (2004-2012). *Sistema de Información Minero Colombiano SIMCO*.

- Recuperado el 22 de Octubre de 2013, de <http://www.simco.gov.co/>: http://www.upme.gov.co/generadorconsultas/Consulta_Series.aspx?idModulo=4&tipoSerie=116&grupo=355&FechaInicial=01/01/1931&FechaFinal=31/03/2013
- Ministerio de Minas y Energía. (2012). *ABC MINERO Documento de apoyo para el proceso de consulta previa del "proyecto de ley por medio del cual se reforma el código de minas y se dictan otras disposiciones"*. Bogotá DC.
- Ministerio de Minas y Energía. (s.f.). *Procesamiento de Minerales Auríferos*. Bogotá DC.
- Moran, R. (1998). *Cyanide Uncertainties. Observations on the chemistry, toxicity and Analysis of Cyanide in Mining-related waters*. Mineral Policy Center.
- MORAN, R. (1998). *Cyanide Uncertainties. Observations on the chemistry, toxicity and Analysis of Cyanide in Mining-related waters*. Mineral Policy Center.
- MORAN, R. (2002). *De-coding Cyanide, An Assessment of Gaps in Cyanide Regulation at Mines*.
- Naciones Unidas (ONU). (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)*. Rio de Janeiro.
- Naciones Unidas (ONU). (2003). *Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Agua para todos, agua para la vida*. Paris, Francia: UNESCO.
- Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. (2003). *Agua para todos, agua para la vida*. Paris, Francia: UNESCO.
- OJEDA, D. y. (1998). *El Medio Ambiente en Colombia*. Ideam.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). (1994). *Convenio sobre la Evaluación del Impacto Ambiental en un Contexto Transfronterizo, documento No. ECE/ENHS/NONE/2003/25, GE.03-32363 (S) 281003 101103*. Nueva York y Ginebra.

- PEÑA P., J. D. (2012). Minería y medio ambiente en Colombia. *Matrices Verdes. Revista científica de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Sergio Arboleda*.
- Red Interamericana de Academias de Ciencias IANA. (2012). *Foro Consultivo Científico y Tecnológico FCCyT*. Bogotá DC.
- RONDEROS, M. T. (2012). La fiebre minera se apoderó de Colombia. *Semana*.
- SALVA LA SELVA. (2011). <http://www.salvalaselva.org>. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de http://www.salvalaselva.org/temas/materias_primas/oro
- SANDOVAL R., M. L. (2012). *Habitus Productivo y Minería: Caso Marmato, Caldas*. En M. L. SANDOVAL R., *Habitus Productivo y Minería* (págs. 145 - 172). Bogotá: Universitas Humanística.
- SANZ C., J. (1991). *Evaluación y Corrección de los Impactos Ambientales*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España.
- SHEPHERD, G. (2006). *El Enfoque Ecosistémico Cinco Pasos para su Implementación*. Reino Unido: Maxi Gráfica e Editora Ltda, Curitiba, Brazil.
- Sistema de Información Minero Colombiano SIMCO. (Mayo de 2013). <http://www.simco.gov.co/>. Recuperado el 21 de Septiembre de 2013, de http://www.simco.gov.co/simco/Portals/0/Otros/metales_preciosos_primer_trim2013.pdf
- TORRES M., J. A. (2010). *Informe Final: Evaluación de la Calidad del Agua de las Corrientes Superficiales " Fuentes Receptoras de Vertimientos Líquidos" en el Departamento de Caldas*. Manizales: CORPOCALDAS.
- VELEZ Z., H. (Dirección). (2010). *Los Dueños de Nuestras Minas* [Película].
- Verba-Volant. (13 de 12 de 2012). *Verba-Volant Noticias confirmativas desde Grecia*. Recuperado el 10 de Octubre de 2013, de <http://verba-volant.info/es/las-consecuencias-que-produce-la->

extraccion-de-oro-en-las-aguas-
de-calcidica/