



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Facultad de ingeniería

Dirección de Posgrados

Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales

ACTIVIDAD MINERA EN EL CHOCO BIOGEOGRAFICO Y SU IMPACTO EN ANFIBIOS

Estudiante: Melissa López Noguera

Tutor: Erika Ruiz

2015

ACTIVIDAD MINERA EN EL CHOCO BIOGEOGRAFICO Y SU IMPACTO EN ANFIBIOS

Melissa López Noguera¹

¹Bióloga, Estudiante Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integrado de los recursos Naturales Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C., Colombia
melilo1988@gmail.com

RESUMEN

La pérdida de hábitat natural gestada por la contaminación causada por el aumento de la explotación y de los precios del oro y platino, son unos de los principales efectos generados por la actividad minera en el Chocó Biogeográfico, afectando a un grupo característico de tetrápodos catalogados como indicadores de las condiciones ambientales. La minería interviene negativamente en la reproducción, crecimiento y desarrollo de los anfibios, quienes cumplen papeles fundamentales en el equilibrio y funcionamiento óptimo de la cadena trófica y por lo tanto del ecosistema y de los servicios que este brinda a la sociedad en general.

Existen una serie de leyes a nivel nacional e internacional que compromete a las autoridades y estado en la protección de este tipo de ecosistemas y de los recursos naturales que se están viendo afectados por las actividades de explotación y concesiones aprobadas por los mismos. Por lo tanto el presente escrito tiene el objetivo de resaltar la legislación nacional y convenios internacionales con el fin de promover la solución, mitigación o prevención de los efectos nocivos generados por las explotaciones mineras realizadas en el Chocó Biogeográfico de manera legal e ilegal

Palabras clave: *Explotación, minería, biodiversidad, ecorregión*

ABSTRACT

Habitat loss and pollution due to increased gold and platinum exploitation and high prices, are some of the main effects generated by Biogeographic Choco mining, affecting a tetrapods distinct group listed as environmental conditions indicator. Mining affect negatively amphibians reproduction, development and growth, who play key roles in food chain balance and normal ecosystem functioning and thus the services it offers to general society.

There are a number of laws at national and international level that commits the state and authorities in that kind of ecosystems and natural resources protection, that are being affected by exploitation activities and authorizations approved by them.

Therefore, national legislation and international conventions are emphasized in order to promote the solution, mitigation or prevention of adverse effects caused by Biogeographic Choco legal and ilegal mining

Key words: *Exploitation, mining, biodiversity, ecoregion*

1. Introducción

La biorregión del Chocó se extiende por todo lo largo de la costa pacífica colombiana y alcanza la zona del canal de Panamá y los bosques húmedos del Noroccidente del Ecuador; posee características climáticas y geológicas que favorecen su elevada biodiversidad, siendo considerada como uno de los puntos calientes o Hotspots del planeta [15] [20].

Dentro de este bioma se encuentran localidades con los valores más altos en pluviosidad de la tierra favoreciendo las condiciones de hábitat para variedad de fauna y flora, caracterizándose los anfibios debido a su preferencia por ambientes húmedos. Esta biorregión en Colombia, ocupa el segundo lugar en riqueza de anfibios después de la zona andina con 139 especies que incluyen sapos, ranas, salamandras y caecilias, de las cuales 100 se encuentran restringidas a esta área [16] [11].

Este estudio se centra en los anfibios debido a la susceptibilidad al impacto humano por sus características de historia natural. Los anfibios tienen una gran sensibilidad a la concentración de contaminantes; por lo que se han convertido en una herramienta indicadora para evaluar cómo las diferentes actividades humanas afectan los ecosistemas acuáticos, destacándose en este caso, la actividad minera de la región [9] [22].

Al 2010 en Colombia existían 7401 títulos mineros otorgados de los cuales 305 se encuentran en esta área que se ha caracterizado por su gran riqueza de mineral de oro y platino de carácter aluvial, concentrados en las terrazas y llanuras de inundación de los ríos presentes. Es la actividad económica más relevante del lugar y tiene un efecto devastador sobre los ríos, fauna, flora, suelos, entre otros a partir de explotaciones descontroladas principalmente de oro [12] [10]

A partir de esto y tomando en cuenta el ecosistema estratégico junto con la importancia de los anfibios en el mismo, la actividad minera en la región y resaltar el impacto de la minería en anfibios en el Chocó biogeográfico a partir de revisión de literatura

2. Metodología

2.1. Área de estudio

El Chocó Biogeográfico también conocido como la Ecorregión Choco-Darién es una región de América tropical caracterizada por la presencia de variados ecosistemas y hábitats que concentran una amplia diversidad de especies de plantas y animales. Abarca desde la provincia de Darién, al occidente de Panamá, hasta la provincia de Manabí, en la costa nor-occidental de Ecuador, atravesando toda la costa Pacífica colombiana; incluye además, la región del Urabá y un tramo de la costa del mar Caribe localizado entre el suroriente de Panamá y el noroccidente de Colombia lo que cubre un área mayor de 100.000 km² [6] [17] [20]. El Chocó Biogeográfico en territorio colombiano comprende la totalidad del departamento del Chocó y jurisdicciones parciales de los departamentos del Valle del Cauca, Risaralda, Antioquia, Cauca y Nariño, que representa alrededor del 70% de la Ecorregión y el 10% del territorio Colombiano (Figura 1) [6] [17].

Es una de las áreas de mayor pluviosidad del mundo, con precipitaciones superiores a los 10.000mm en promedio y se presentan prácticamente todo el año, dando origen a variedad de arroyos, quebradas y grandes ríos. Su importancia biológica radica en que este territorio se encuentra cubierto en tres cuartas partes de su superficie por densas selvas húmedas tropicales y bosque andinos con baja intervención, sitios donde se concentra más de la mitad de todas las especies de fauna y flora conocidas hasta ahora [6] [20].

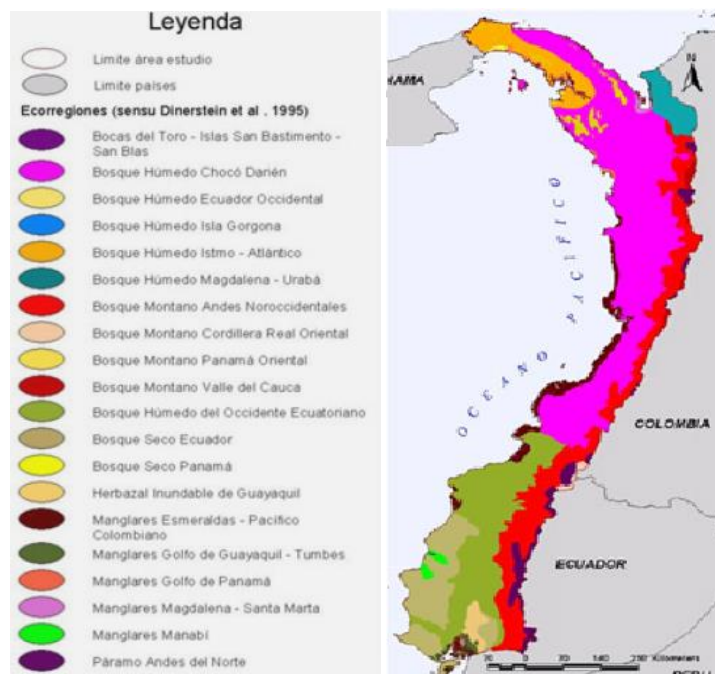


Fig. 1. Área total del Chocó Biogeográfico junto con sus respectivas ecorregiones
Fuente: WWF Colombia, 2008

2.2. Búsqueda de la Información

Se realizó una revisión exhaustiva incluyendo las palabras clave anfibios, minería y Chocó Biogeográfico en donde se utilizaron conectores booleanos AND para cada una de las palabras clave y OR para las diferentes alternativas en bases de datos de google, Universidad Militar y Nacional con el fin de encontrar artículos de acceso restringido y necesarios para la realización del documento, así mismo, se tomaron en cuenta las referencias de los artículos encontrados hasta agotar el recurso. Adicionalmente se revisaron libros con información de la biorregión.

Se incluyeron fuentes primarias, secundarias y otras fuentes de información como artículos de revistas con el fin de abarcar la información desde diferentes puntos de vista; no se restringirán archivos por su fecha y se tomaran en cuenta documentos en español e inglés. Así mismo, se revisaron leyes nacionales principalmente, con las que se evaluó el problema y se generaron recomendaciones que pueden ser utilizadas en la mitigación del mismo.

2.3. Organización y Análisis de la Información

Se organizó la documentación encontrada y se realizó un respectivo análisis a la información obtenida, indagando cuales son los documentos más útiles para el tema en estudio.

3. Resultados y Discusión

3.1. Importancia del Choco Biogeográfico y Anfibios en el Ecosistema

Esta ecorregión del Chocó presenta características climáticas y geológicas únicas que favorecen la elevada biodiversidad, la que apenas es superada por la región amazónica a pesar de que esta última tiene un área mucho mayor. Se caracteriza por un elevado nivel de endemismo lo que a su vez es preocupante ya que aumenta la vulnerabilidad de muchas especies de animales y plantas por la destrucción de sus hábitats [20].

En términos de biodiversidad, se calcula que esta región alberga más de 11 mil especies de plantas vasculares y más de 1700 especies de animales dentro de las cuales se estima que cerca de un 25% y 13% son endémicas respectivamente [20].

En toda el área se ha reportado más de 130 especies de anfibios de las cuales más de 100 son endémicas a pesar de que existen en Colombia vacíos o áreas inexploradas que aumentarían considerablemente el número de especies reportadas para el país y la ecorregión del Chocó [15] [13] [20].

Los sapos, ranas (Orden: Anura), salamandras (Orden: Caudata) y caecilias (Orden: Gymnophiona) (Clase Amphibia), son componentes significativos de la diversidad biológica de muchos hábitats terrestres y dulceacuícolas de regiones tropicales, subtropicales y templadas. [18] [26]. Son importantes componentes de los ecosistemas en donde habitan, ya que intervienen en la cadena trófica, alimentándose de enormes cantidades de insectos y a su vez controlando sus

poblaciones, además, los renacuajos controlan el crecimiento de las algas y ayudan a reducir las poblaciones de efemerópteros. Por otro lado, muchas aves, mamíferos, reptiles, peces e incluso arañas incluyen anfibios en su dieta [23] [26].

A nivel mundial, este grupo faunístico ha llamado la atención de expertos por la velocidad a la que se extinguen, lo cual ha sido interpretado, como consecuencia de los grandes cambios generados en su entorno por el hombre. En Colombia, la acelerada alteración de los ecosistemas ha afectado negativamente la diversidad de este grupo en el país [4].

La pérdida de hábitat natural junto a su contaminación, sobreexplotación y la quitridiomycosis constituyen la principal amenaza de la diversidad anfibia. Las dos primeras son resultado de la implementación de políticas económicas y falta de política y control ambiental [1] [18].

3.2. Minería en Colombia y en la región

La minería es una actividad catalogada como estratégica para el desarrollo del país, con alrededor de 9000 títulos mineros otorgados. La minería tradicional y legal en el país representa el 30% del total de las exploraciones mineras, con concesiones otorgadas por el estado sin que se haya realizado debido el proceso que garantice la consulta previa de las comunidades étnicas, generando una serie de consecuencias sociales y ambientales; sumado a esto, no se requiere solicitar una licencia ambiental para adelantar la etapa de exploración, únicamente se tramitan permisos ambientales frente al uso de un determinado recurso natural [7].

Es claro que la minería en el país y en la región del pacífico se ha incrementado exponencialmente en los últimos años con la ayuda del estado según el artículo 13 del código de minas y el artículo 58 de la constitución, donde se declara la minería como *utilidad pública e interés social*, además de leyes como la 1450 de 2011 que en su artículo 18 mencionan: *la autoridad minera determinará los minerales de interés estratégico para el país respecto de los cuales podrá delimitar áreas especiales en áreas que se encuentren libres, sobre las cuales no se recibirán nuevas propuestas ni se suscribirán contratos de concesión minera, lo anterior con el fin de que estas áreas sean otorgadas en contrato de concesión especial a través de un proceso de selección objetiva en el cual la autoridad minera establecerá en los términos de referencia las contraprestaciones económicas mínimas*, minerales determinados durante el 2012 por el ministerio de minas y energía en el que mencionan como interés el oro, platino, cobre, entre otros [5] [7].

Los tipos de minería que se practican en los departamentos que constituyen esta ecorregión son la minería artesanal, a escala mediana, informal (en proceso de formalización) e ilegal (sin título y representada por grupos armados ilegales), con extracción principalmente de oro, platino y plata [12] [7].

La explotación del oro aluvial en la ecorregión del Chocó se ha realizado a través del llamado barequeo, donde no se utilizan grandes maquinarias, sino que el mineral es extraído por la mano del hombre de manera artesanal y en pequeñas cantidades.

Dado al auge de los precios del oro, en los últimos años, esta actividad a aumentado y con ello las técnicas de extracción de los minerales, llegando así, retroexcavadoras, dragas y dragones las cuales han cambiado drásticamente el entorno [12] [7].

Hablando específicamente del departamento del Chocó (constituye la mayor área de esta ecorregión), a febrero de 2012 se han celebrado contratos de concesión sobre 297.828ha, sumado a las múltiples solicitudes en trámite de formalización. Junto a esto se suma la presencia de reservas potenciales de minerales tipo I y II que incluyen minerales de interés para la nación, por tal motivo, la autoridad minera configuro 40 áreas estratégicas en el departamento que corresponden a 817.025ha que serán adjudicadas y exploradas durante el transcurso de los próximos 5 y 10 años (tipo I y II respectivamente) lo que generará una grave amenaza en su riqueza biótica, hídrica y forestal, además de la alteración de la disponibilidad y uso del suelo [7].

3.3. Minería en Anfibios

Los anfibios son un grupo de organismos dependientes de las condiciones ambientales y sensibles a cambios en su hábitat; son altamente vulnerables a los impactos antrópicos, por lo que son catalogados como indicadores biológicos de la calidad ambiental para detectar cambios de los ecosistemas como producto de la intervención humana. Su vulnerabilidad es debida principalmente a la permeabilidad de su piel que causa que los contaminantes propagados por el agua ingresen rápidamente en su cuerpo y se acumulen en los tejidos más rápido que en otros animales [4] [18] [26].

En relación a la minería, dentro de sus principales impactos generados en el medio ambiente se encuentran la deforestación de extensas áreas, cambio del cauce de los ríos, deterioro de los ecosistemas, contaminación de las fuentes hídricas, contaminación de suelos y generación de residuos peligrosos principalmente [12] [7].

Al extraer recursos no renovables de la superficie terrestre esta actividad produce cambios, que en ocasiones son irreversibles para el medio ambiente. Una de las principales preocupaciones ambientales de la disposición inadecuada de los residuos de la minería implica la liberación de contaminantes en los sistemas terrestres y acuáticos, que contiene diversas especies de organismos sensibles, incluyendo anfibios. Los anfibios poseen una serie de características morfológicas, fisiológicas, historia de vida, y los rasgos reproductivos que pueden hacerlos particularmente expuestos o vulnerables a los contaminantes [27].

Dentro de los diferentes impactos de la minería al medio ambiente mencionados anteriormente, se destaca principalmente la contaminación al recurso hídrico, caracterizado por el drenaje de ácido, la contaminación por metales pesados y la contaminación química, además, la erosión y sedimentación generada por los diferentes procesos. Los Anfibios al poseer un ciclo de vida bifásico hace susceptibles a los individuos a los contaminantes, tanto en los ambientes acuáticos y

terrestres, y también están expuestos a través de la aplicación directa, lixiviación, escorrentía, inundación, o la deposición atmosférica [8] [27].

Durante la erosión y sedimentación generada por los diferentes procesos de la actividad minera, se transporta una gran cantidad de sedimentos a arroyos, ríos y lagos, lo que a su vez altera la abundancia relativa de los microhabitats acuáticos; en muchos casos, interrumpe la función hidrográfica que produce la reorientación del flujo de agua, creando así, charcos de aguas residuales mal drenadas, en donde sobreviven muy pocos organismos acuáticos o vertebrados asociados. La sedimentación además, aumenta de la turbidez de agua que afecta la entrada de la luz, por lo tanto, existe una afectación en la productividad primaria que sustenta a toda la cadena trófica asociada [8].

Se conoce que este tipo de actividad es la fuente más común de contaminación por metales pesados en todo el mundo. Los animales acumulan metales traza a lo largo sus cuerpos, que muestran efectos nocivos asociados con la exposición de metal; dicha exposición puede causar estrés crónico, incluyendo cambios en las proteínas de la sangre, cambios en el sistema inmune, fibrosis hepática, necrosis renal, y una disminución de los esteroides sexuales. Algunos anfibios son conocidos por acumular altas concentraciones de metaloides y contaminantes orgánicos en sus tejidos, por otro lado, la acumulación de contaminantes ambientales no sólo varía para diferentes especies, sino también difiere entre los órganos. Los organismos que ingieren sedimentos contaminados, tales como los macroinvertebrados, peces que se alimentan del fondo, larvas de anuros y animales tanto acuáticos y terrestres de mayores niveles tróficos, pueden acumular niveles tóxicos de algunos elementos en sus tejidos [8] [27].

El mercurio es el metal pesado contaminante más crítico de la minería en la región debido a su facilidad de uso y a su bajo costo; se estima que en América Latina y el Caribe, este sector es responsable del 60-75% de las emisiones de este metal. El mercurio es un elemento estable que puede permanecer en el medio durante miles de años después de ser liberado, el cual es absorbido fácilmente por los productores primarios generando bioacumulación y biomagnificación por toda la cadena trófica, de esta forma, también se establece el riesgo que sea incorporado en la dieta del ser humano [8] [2] [27]. En estudios realizados por Bank et al. (2007), Hernández et al. (2013) y Muñoz y Baena (2010), se demostró que los renacuajos de *Rana clamitans* y *Rana catesbeiana*; *R. marina*, *H. rosenbergi*, *R. margaritifera*, *L. vaillanti* y *S. phaeota*; y *Dendrosophus bogerti* evaluadas respectivamente, bioacumulan en sus tejidos el mercurio proveniente de aguas contaminadas, reportando en el último efectos sobre el crecimiento debido a alteraciones enzimáticas. En el estudio de Hernández et al. (2013) realizado en Buenaventura encontraron además, valores que no sobrepasan los límites de referencia, sin embargo, la mayoría de los valores encontrados en este trabajo están en el rango reportado para otras zonas mineras del país, donde se ha presentado pérdida de la diversidad. También en larvas de salamandras *Eurycea bislineata bislineata* se encontraron altas concentraciones de mercurio debido a su dieta basada en invertebrados contaminados con este metal pesado [3].

Este metal, no cumple ningún beneficio en las funciones metabólicas de la biota en general, su ingreso al anfibio ocurre a través de la superficie del cuerpo por absorción directa desde el agua, consumo de sedimento, absorción del aire durante la respiración y a través de la cadena alimenticia. La bioacumulación del mercurio en anfibios, además de intoxicar al organismo, afecta su capacidad reproductiva, causa la pérdida de células germinales primordiales, lo que puede resultar en gónadas reducidas o esterilidad parcial o total y como consecuencia reduce su crecimiento poblacional, reduce el desarrollo del organismo e incrementa la susceptibilidad de enfermedades debido a la supresión del sistema inmunológico, inhibe los puentes disulfuros causando cambios en la estructura y función de las proteínas, afecta su productividad, crecimiento y desarrollo y muchas veces causan la muerte de los individuos. En *Gastrophryne carolinensis*, se han reportado efectos como respuesta a la exposición maternal a contaminantes, como un reducido éxito en la postura y un incremento en las anomalías en la descendencia, demostrándose su efecto teratogénico. Su exposición crónica puede incrementar potencialmente la susceptibilidad a enfermedades y a malformaciones [19] [3] [9] [14].

El contacto cutáneo con aguas contaminadas o con vapores de mercurio genera también intoxicación por absorción a través de la piel, lo cual permite que las sustancias tóxicas entren al flujo sanguíneo, en este caso, afectando directamente a los anfibios debido a su piel permeable [5].

El drenaje ácido y la contaminación química afectan las condiciones del medio de modo que acidifican el agua, lo que interviene en la movilidad de espermatozoides dentro del organismo, que a su vez puede desintegrarlos, y por lo tanto es reducido el éxito de fertilización de huevos; además, al ser fertilizados pueden desarrollar anomalías, eclosionando larvas deformes las cuales mueren tempranamente [19].

Por otro lado, la deforestación y en este caso, la pérdida de hábitat, se encuentra dentro de las principales causas del descenso de las poblaciones de anfibios en el mundo. Hace referencia a la destrucción de refugios, lugares de reproducción y pérdidas de fuentes de alimento [23] [26]. Según la situación actual de deforestación, se realizó una estimación por la WWF (2015), de los próximos 30-40 años, donde se evidenció la pérdida de alrededor de 3 millones de ha de bosque, asociado a la minería y agricultura, las cuales han sido catalogadas como las principales causas de pérdida de cobertura vegetal en esta ecorregión.

En un estudio realizado en Perú se encontró que en las concesiones donde se ha realizado explotación minera se ha registrado una disminución de especies de anfibios que a su vez está relacionado con la destrucción y contaminación del hábitat producto de la explotación minera por parte de las empresas [1].

Para Colombia se ha reportado un total de 216 especies de anfibios en la lista roja durante el 2014, aumentando un total de 27 especies en relación al 2009 [28]. Solamente, en la región específica del Choco- Darién (norte de Colombia y Panamá) se han reportado 63 especies de las cuales 4 se encuentran catalogadas con algún

tipo de peligro; en relación a su tendencia poblacional 16 especies se encuentran declive a pesar de ser catalogadas como preocupación menor y 8 se encuentran catalogados como “desconocida”, solo 1 especie se cataloga en crecimiento debido a su facilidad de adaptación a los cambios (*Rhinella marina*) y las restantes se catalogan como estables (Figura 2) [29].

Dentro de las diferentes especies reportadas con algún grado de amenaza en toda la ecorregión, se destaca *Andinobates bombetes*, endémica de Colombia y catalogada como vulnerable (VU) e incluida en el apéndice II del CITES debido a la deforestación de los bosques como consecuencia de la expansión agrícola y minería [30], así mismo se encuentra catalogada *Centrolene savagei*, también endémica y amenazada por la deforestación y contaminación del agua [32]. Por otro lado, las especies *Nymphargus grandisonae* y *Agalychnis spurrell* que se encuentran catalogadas como preocupación menor (LC), en estudios reportados por Vanegas et al. (2014) y Vargas-Salinas et al. (2014) se menciona el declive de su población por pérdida de hábitat y contaminación de los cuerpos de agua, consecuencias reportadas en las actividades mineras, así mismo, se menciona el posible efecto de la minería en esta ecorregión como motivo de la eliminación de sitios de reproducción y reducción de la abundancia local de las especies.

La disminución de los anfibios puede conducir a impredecibles cambios en la biota de los diversos ecosistemas, y tener repercusiones ecológicas altamente significativas, además de la posibilidad de pérdida del alto potencial que representan para la ciencia y la sociedad en general [19].

3.4. Principales leyes aplicables como medida de solución, prevención y/o mitigación del impacto

La biodiversidad, juega un papel de gran importancia para mantener y mejorar la calidad de vida de millones de seres humanos en el mundo y representa gran parte del capital natural renovable sobre el que se fundamentan el sustento y el desarrollo [6].

Una de las formas de garantizar la conservación y evitar la pérdida de biodiversidad a través de la minería es la contemplada en el artículo 80 de la Constitución Política de Colombia en donde se asigna al Estado la obligación de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, procurando la utilización racional de los recursos naturales, entre los cuales se encuentran el agua y el suelo, con el fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Esta obligación debe estar orientada por el modelo de desarrollo sostenible, el cual conduce al crecimiento económico y a la elevación de la calidad de vida y al bienestar social, sin agotar la base de los recursos naturales renovables ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las futuras generaciones a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades [5].

El Choco Biogeográfico es un área de alta importancia ecológica y es vista a nivel mundial como uno de los “puntos calientes o hotspots” de biodiversidad en todo el

planeta y de prioridad de conservación [15] [24]. En Colombia, se establece también la Política Nacional de Biodiversidad mediante la ley 165 de 1994 en el que se fundamentan estrategias de conservación, conocimiento y usos sostenibles de la biodiversidad, basado en el convenio de diversidad biológica.

Las especies pueden traducirse en valores de consumo, de uso productivo y de funcionamiento ecosistémico; como recurso, encierran un gran potencial para la seguridad alimentaria y el equilibrio ecológico, así como para la regulación del clima y del ciclo hidrológico. Por lo tanto, como otra de las posibilidades de desarrollo de los pueblos, es necesario incorporar los valores de la diversidad biológica, tanto los monetarios como los que se derivan de su riqueza [6]

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014, el sector minero-energético es considerado por el gobierno como una locomotora para el crecimiento de la economía. La producción de oro para el periodo 2009-2013 ha crecido un 16,5%, al pasar de 47,8 toneladas a 55,7 toneladas en igual periodo. Para el 2013 los índices de pobreza de Quibdó en el Choco, se acercaba al 50% de la población total, lo que refleja la poca relación hacia lo establecido por el gobierno en relación al crecimiento, ya que a pesar de que la minería es una de las principales fuentes de ingreso de la región, esta aun muestra altos índices de pobreza y desinterés por parte del estado [21]

Los planes de cierre de minas, que en Colombia se establecen en las leyes 685 de 2001, dan pautas para que el titular de la actividad minera rehabilite las áreas que utilizó. Sin embargo, en Colombia existen zonas donde se han cerrado o abandonado actividades mineras sin el control efectivo por causas como la minería ilegal e informal y la falta de seguimiento y control de las autoridades competentes.

Esta situación se ve agravada porque, en el caso colombiano, las autoridades no controlan estas actividades, que están fuera del marco regulador, o carecen de la capacidad para fiscalizarlas o controlarlas, ya que normalmente ocurren en lugares remotos e inaccesibles [5]. Sin embargo, el Artículo 159 de la ley 685 de 2001 menciona que *la exploración y explotación ilícita de yacimientos mineros constituye una conducta punible que amerita la persecución penal por parte del Estado*, medida que debería ejercerse con los deberes de prevención, mitigación y reparación de los daños causados por parte del mismo

El Ministerio de Minas y Energía, en el Decreto 10 de 1995 y el Decreto 70 de 2001 se menciona la *ordenación, planificación y regulación de la explotación de minerales, así como el seguimiento, vigilancia y control sobre los actores que realizan esta actividad, para que la misma cumpla con estándares de sostenibilidad económica, social y laboral*; en los artículos 2 y 3 del Decreto 10 de 1995, consagra como funciones del ministerio *velar, junto con otras autoridades, por el cumplimiento de los planes y las disposiciones sobre protección, conservación, recuperación de los recursos naturales* y *velar, junto con otras autoridades, por el cumplimiento de las normas sobre protección, conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales y ambientales, conforme a los criterios de evaluación, seguimiento y*

manejo ambiental establecidos por la autoridad competente. El Decreto 70 de 2011, fija las funciones específicas del Viceministro de Hidrocarburos y Minas: *Velar en coordinación con otras autoridades competentes por el cumplimiento de los planes y las disposiciones sobre la protección, conservación y recuperación de los recursos naturales intervenidos por las actividades desarrolladas por los subsectores de hidrocarburos y minas,* funciones que como se mencionó anteriormente no se han cumplido a cabal debido a la cantidad de proyectos de minerías dejados en el país sin las respectivas medidas de abandono y control de las autoridades

Por otro lado, en el artículo 58 de la Constitución que se menciona a la minería como *utilidad pública,* también se expresa el interés social de la minería, que “*en el Estado social de derecho no basta con que las normas se cumplan; es necesario, además, que su cumplimiento coincida con la realización de principios constitucionales*” como el de la justicia distributiva y la dignidad humana por lo cual, el Estado y las instituciones políticas y jurídicas que se fundan en su estructura tienen por objetivo y razón de ser a la persona, de donde se concluye que ningún proyecto de desarrollo económico, puede constituirse si olvidan al hombre como medida y destino final de su establecimiento, por lo cual ninguna política estatal o desarrollo normativo puede dejar de lado las condiciones sociales, económicas, culturales y de vulnerabilidad de las personas que utilizan la minería o se ven directamente afectados

La Constitución también menciona deberes compartidos entre el Estado y los particulares, al señalar que es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación (art. 8). La participación de la comunidad es necesaria para tomar decisiones en cuanto al manejo de los recursos naturales y específicamente para este caso, para la exploración y explotación de minerales

Las autoridades ambientales tienen el deber de ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables, lo cual comprenderá el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos y gaseosos, a las aguas a cualquiera de sus formas, al aire o a los suelos, así como los vertimientos o emisiones que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos como se menciona en el artículo 31 numeral 11 de la ley 99 de 1993 para las respectivas autorizaciones, además, como se menciona en el numeral 3 debe promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables, en un lugar, donde no se está tomando en cuenta las decisiones de la comunidad y se está poniendo en peligro la condiciones de los recursos naturales presentes en la región

En el artículo 79 de la Constitución de 1991 señaló un conjunto de deberes ambientales a cargo del Estado, que además de proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de especial importancia ecológica debe fomentar la educación para lograr estos fines y garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar el ambiente sano. Este último derecho que puede

ser vulnerado (ambiente sano), y también es mencionado en el artículo de 4 de la ley 472 de 1998, que incluye además el derecho a la existencia de equilibrio ecológico y al aprovechamiento racional de los recursos naturales

El estado Colombiano ha adoptado una serie de obligaciones irrenunciables y de cumplimiento en relación a la protección ambiental y derechos humanos, como se estableció en los convenios internacionales de Estocolmo y Rio de Janeiro, entre las que se destacan la protección de la diversidad e integridad del medio ambiente, proteger las riquezas naturales de la nación, conservar áreas de especial importancia ecológica, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para así garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental .

Como proceso de precaución se puede aplicar la formación ciudadana junto con la inversión social y la disciplina fiscal, que pueden llegar a afianzar procesos de desarrollo y paz en esta zona en donde se desarrollan actividades extractivas que generalmente dañan el ambiente y crean conflictos sociales [5]

Tabla 1. Principal normatividad aplicada a la minería en la región

NORMATIVIDAD		
Constitución Política de Colombia		
Artículo 80	El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.	1991
Artículo 58	Se garantizan la propiedad privada y los demás derechos adquiridos con arreglo a las leyes civiles, los cuales no pueden ser desconocidos ni vulnerados por leyes posteriores. Cuando de la aplicación de una ley expedida por motivos de utilidad pública o interés social, resultaren en conflicto los derechos de los particulares con la necesidad por ella reconocida, el interés privado deberá ceder al interés público o social.	1991
Artículo 8	Es obligación del Estado y de las personas	1991

NORMATIVIDAD		
	proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación	
artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines	1991
Ley 99 del 93		
Artículo 31	Es función de la autoridad ambiental ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de las actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte, uso y depósito de los recursos naturales no renovables, incluida la actividad portuaria con exclusión de las competencias atribuidas al Ministerio del Medio Ambiente, así como de otras actividades, proyectos o factores que generen o puedan generar deterioro ambiental. Esta función comprende la expedición de la respectiva licencia ambiental, además, promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables.	1993
Otras leyes		
Ley 165	Sus objetivos son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.	1994

NORMATIVIDAD		
Ley 685 artículo 159	La exploración y explotación ilícita de yacimientos mineros constituye una conducta punible que amerita la persecución penal por parte del Estado.	2001
Decreto 70 artículo 3 numeral 2	Propender a que las actividades que desarrollen las empresas del sector minero-energético garanticen el desarrollo sostenible de los recursos naturales	2001
Decreto 10 artículo 2	Velar, junto con otras autoridades, por el cumplimiento de los planes y las disposiciones sobre protección, conservación, recuperación de los recursos naturales y desarrollados por el sector eléctrico y velar por la efectiva aplicación de los mecanismos de participación comunitaria en el desarrollo de las funciones a cargo del Ministerio.	1995
Decreto 10 artículo 3	Velar, junto con otras autoridades, por el cumplimiento de las normas sobre protección, conservación, preservación y recuperación de los recursos naturales y ambientales, conforme a los criterios de evaluación, seguimiento y manejo ambiental establecidos por la autoridad competente.	1995
Ley 472	Derechos e Intereses Colectivos de la existencia del equilibrio ecológico y el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. La conservación de las especies animales y vegetales, la protección de áreas de especial importancia ecológica, de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas, así como los demás intereses de la comunidad relacionados con la preservación y restauración del medio ambiente.	1998

NORMATIVIDAD		

4. Conclusiones

La contaminación del agua y deforestación consecuencia de la minería en sus diferentes expresiones, tienen impactos negativos sobre los anfibios, afectando su desarrollo y capacidad reproductiva, por lo tanto generando cambios a largo plazo en la cadena trófica asociada al ecosistema y a su vez, los servicios ecosistémicos que puede brindar este a la comunidad en general.

Los anfibios son un grupo estratégico que actúan como indicador ambiental de los ecosistemas donde habitan, debido a que la permeabilidad de su piel causa la absorción y bioacumulación de los contaminantes en el medio de una manera más rápida, ayudando así, en la biomagnificación de estos, y afectando por otro lado a especies que se relacionan directamente a ellas en la cadena trófica y finalmente a la sociedad en general quienes podrían tener repercusiones sobre su salud reflejado en enfermedades, mutaciones y teratogénesis.

Se ha reportado en toda la región especies cuyas poblaciones se encuentran en declive debido a la intervención antrópica, principalmente la deforestación a causa de la agricultura y minería, sin embargo es necesario realizar más estudios, no solo para conocer la diversidad de este grupo, si no las principales amenazas que afectan a cada especie en esta ecorregión.

Es necesaria la educación y el conocimiento de los derechos de las comunidades directamente afectadas en la ecorregión y a la sociedad en general, con el fin de que se conozca más sobre los impactos de los modelos de desarrollos implementados por las autoridades y el estado y las consecuencias a futuro de estos, con el fin de que puedan tomar conciencia y poder ejercer su derecho al momento de evitar este tipo de actividades en esta región de importancia ambiental.

Como país megadiverso y tomando en cuenta la importancia ecológica del Chocó biogeográfico, uno de los principales retos de Colombia consiste en lograr el desarrollo y en mejorar el bienestar de su población mediante el aprovechamiento de manera sostenible de los bienes y servicios provenientes de la diversidad biológica que aún existe.

Bibliografía

1. Aguilar, C., Gamarra, R., Ramírez, C., Suárez, J., Torres, C., Siu-Ting, K.: Anfibios andinos y estudios de impacto ambiental en concesiones mineras de Perú. Alytes. 29 ,1-4, 88-102.(2012).

2. Ahumada, R.: Nivel de concentración e índice de bioacumulación para metales pesados (Cd, Cr, Hg, Ni, Cu, Pb y Zn) en tejidos de invertebrados bénticos de Bahía San Vicente, Chile. *Biología Marina Valparaíso*. 29, 1, 77-87. (1994).
3. Bank, M., Crocker, J., Connery, B., Amirbahman, A.: Mercury Bioaccumulation in Green Frog (*Rana clamitans*) and Bullfrog (*Rana catesbeiana*) Tadpoles from Acadia National Park. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 26, 1, 118-225. (2007).
4. Corporación Suna Hisca. Componente Biofísico Fauna Anfibios y Reptiles Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes. Bogotá D.C. Departamento Administrativo del Medio Ambiente. (2003).
5. Defensoría del Pueblo. Minería de Hecho en Colombia. Bogotá: Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente. (2010).
6. Díaz, J. M., Gast, F.: El Chocó Biogeográfico de Colombia. Banco de Occidente. Cali (2009).
7. González, L., Espitia, C., Munar, P. J., de la Hoz, A., Sánchez, L. F.: Impacto de la minería de hecho en Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz- INDEPAZ. (2013).
8. Hammond, D. S., Rosales, J., Ouboter, P. E.: Gestión del Impacto de la Explotación Minera a Cielo Abierto sobre el Agua Dulce en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo. (2013).
9. Hernández, O. D., Castro, F., Páez, M.: Bioacumulación de Mercurio en Larvas de Anuros en la Zona Afectada por la Minería de Oro en el Río Dagua, Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 18, 2, 341-348. (2013).
10. La Asociación para las Investigaciones culturales del Chocó.: El Chocó Patrimonio Ambiental para la Humanidad. Quibdó. (2013).
11. Lynch, J., Suarez, A.: Anfibios del Chocó Biogeográfico-Análisis Biogeográfico y Catálogo. En (Ed.), *Diversidad Biótica IV: El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. UNAL, ICN y Conservación Internacional. 633-667pp.(2004).
12. Ministerio de Minas y Energía. Formulación de una Iniciativa de Producción más Limpia Dirigido al Sector de los Metales Preciosos en Pequeña Escala en Colombia para ser Implementado a través de los Centros Ambientales Mineros-CAMs- u Otros Instrumentos Técnicos. Medellín: GeoMinas Ingenieros S.A. (2006).
13. Mueses, J. J., Moreno, V.: Fauna Anfibia de la Reserva Natural Biotopo Selva Húmeda, Barbacoas, Nariño, Colombia. *Herpetotrópicos* . 7 , 1-2, 39-54. (2012).
14. Muñoz, E. M., Palacia, J. A.: Efectos del Cloruro de Mercurio (HgCl₂) sobre la sobrevivencia y crecimiento de renacuajos de *Dendrosophus bogerti*. *Actual Biol* . 32, 93, 189-197. (2010).
15. Myers, N. R., Mittermeier, G., Fonseca, d., Kents, J.: Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*. 403, 32-37. (2000).
16. Rangel-Ch, O.: La Biodiversidad de Colombia. *Palimpsestos* . 5, 292-304.(2006).
17. Restrepo, E.: El giro a la biodiversidad en la imaginación del Pacífico colombiano. *Estudios del Pacífico Colombiano*. 1, 171-199. (2013).

18. Romero, H. J., Vidal, C. C.: Estudio Preliminar de la Fauna Amphibia en el Cerro Murrucucú. Parque Natural Nacional Paramillo y Zona Amortiguadora, Tierralta, Córdoba, Colombia. *Caldasia* . 30, 1, 209-229. (2008).
19. Suazo, I., Alvarado, J.; Anfibios: Centinelas de la biodiversidad. *Ciencia y Desarrollo*. 30 178, 6-13. (2004).
20. Titira, D.: Mamíferos de los Bosques Húmedos del Noroccidente de Ecuador. Murciélago Blanco y Proyecto PRIMENET. Quito.(2008).
21. Unidad de Planeación Minero Energética.: Indicadores de la Minería en Colombia. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. (2014).
22. Velasco, J. A., Quintero, A., Garcés, M. F.: Diversidad Específica de Anfibios y Reptiles en Zonas Bajas del Pacífico del Valle del Cauca. *Cespedesia* . 31 86-87, 81-94. (2008).
23. Whittaker, K., Koo, M. S., Wake, D.: Global Declines of Amphibians. En S. A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity*. New Jersey: Academic Press. 600-691pp. (2013).
24. WWF.: *Saving Forest at Risk*. Washington D.C: Living Forest Report: Chapter 5. (2015).
25. WWF Colombia. Plan de Acción del Complejo Ecorregional Chocó-Darién. WWF. Choco. (2008)
26. Young, B. E., Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Boucher, T. M.: *Joyas que Están Desapareciendo: El Estado de los Anfibios en el Nuevo Mundo*. Arlington, Virginia: NatureServe. (2004).
27. Zocche J., Acord L., Paganini A., Avila R., Bernardo P., Iochims C., Debastiani R., Ferraz J., Moraes V., Aurino R. Heavy-Metal Content and Oxidative Damage in *Hypsiboas faber*: The Impact of Coal-Mining Pollutants on Amphibians. *Arch Environmental Contaminant Toxicology*. 88, 69-77. (2014)
28. Mora C. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN 2014: Resumen para América del Sur. Union Internacional de Consevacion de la Naturaleza. (2014)
29. Anhtotec, COCOMASUR, Fondo para la acción ambiental de la niñez, Ecopartners, Carnegie Intitution for Science. Corredor de Conservación Chocó-Darién. A project Design Note for Validation to Climate, Community and Biodiversity Standards. Second Edition. (2012).
30. Vargas F., Rodriguez L., Suárez- Mayorga A. *Andinobates bombetes*. En: *Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*. Volumen 2, Parte 2. (2014)
31. Vanegas J., Ramírez V., Guevara C. *Nymphargus grandisonae*. En: *Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*. Volumen 2, Parte 2. (2014)
32. Vargas-Salinas F., Torres O. *Agalychnis spurrelli*. En: *Catalogo de Anfibios y Reptiles de Colombia*. Volumen 1, Parte 1. (2014)