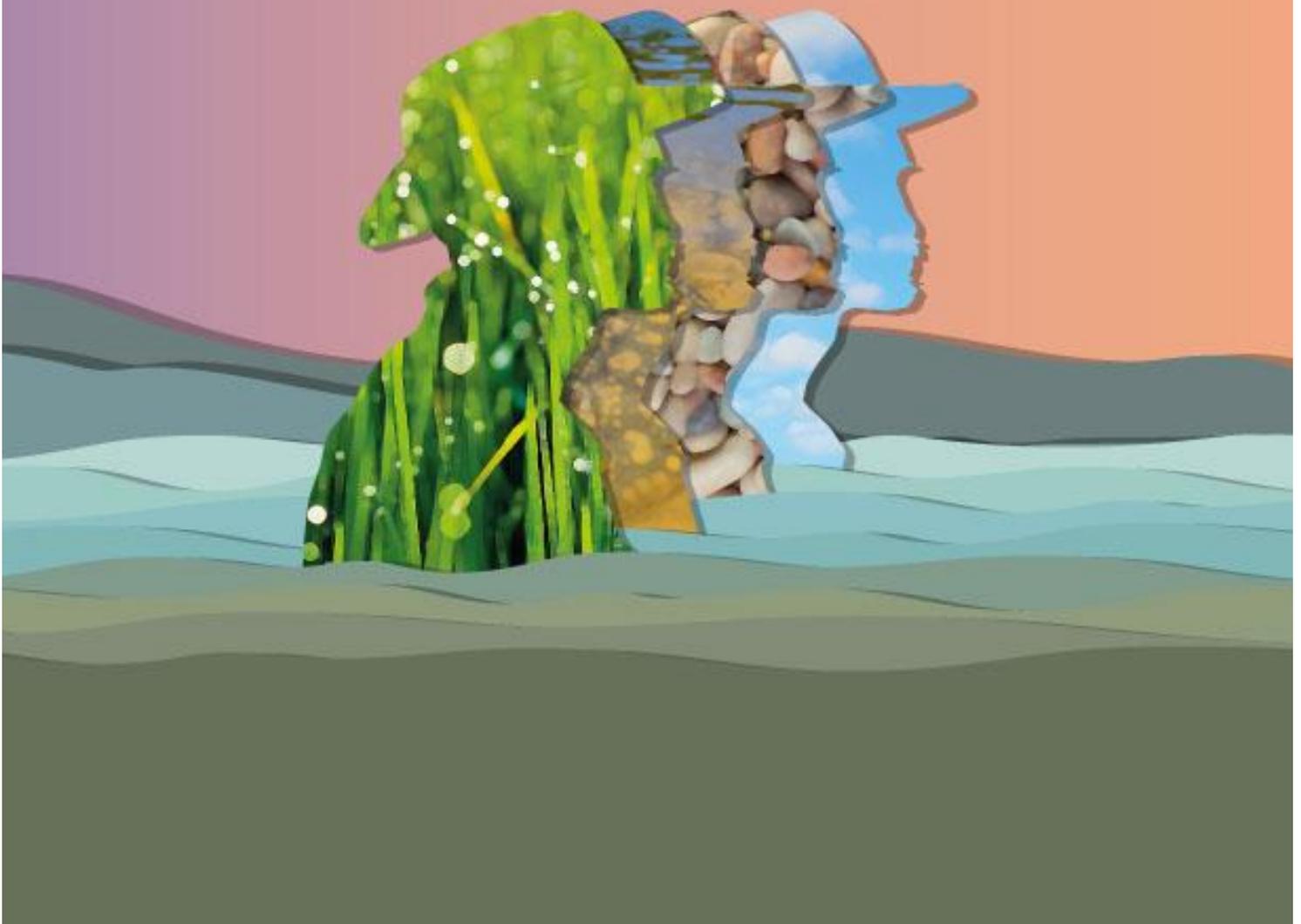


## Sentencia T 445 de agosto de 2016

Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano



## **IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA EN LOS ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO NACIONAL**

**Elaborado por expertos nacionales e internacionales bajo el marco conceptual IPBES:**  
**Ayala Mosquera, Helcías José; Diaz Muegue, Luis Carlos; Gómez -Fernández, Santiago; González Rubio, Héctor; Ipaz Cuastumal, Sandro Nolan; Macías Gómez, Luis Fernando; Madriñán Valderrama, Luis Francisco; Montoya Nuñez, Carlos Eduardo; Peña Ortiz, Javier Ignacio; Pinto Martínez, Elías; Saldarriaga Isaza, Carlos Adrián; Valencia Núñez, Amílcar José; Valladares Salinas, Riguey Ysabel; Vasquez Ochoa, Olga Yaneth**

**Sentencia T 445 de agosto de 2016**

*Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano*

Mayo 2019

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>5</b>
<b>SOBRE LOS AUTORES.....</b>	<b>7</b>
<b>IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA EN LOS ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO nacional.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1 Ocupación de territorio.....</b>	<b>12</b>
3.1.1.1 Generación de movimientos en masa .....	12
3.1.1.2 Activación de procesos erosivos.....	18
3.1.1.3 Conflictos por cambios de uso del suelo.....	19
3.1.1.4 Modificación del paisaje.....	24
<b>3.1.2 Agua.....</b>	<b>28</b>
3.1.2.1 Calidad del agua .....	28
<b>3.1.3 Aire.....</b>	<b>37</b>
3.1.3.1 Calidad de aire .....	37
<b>3.1.4 Biodiversidad y servicios ecosistémicos .....</b>	<b>41</b>
3.1.4.1 Impactos en la Biodiversidad y los Ecosistemas .....	41
3.1.4.2 Impactos sobre biota acuática .....	44
3.1.4.3 Disponibilidad agua .....	49
3.1.4.4 Calidad de suelo.....	57
<b>3.1.5 Aspectos sociales .....</b>	<b>61</b>
3.1.5.1 Impactos de la minería en la dimensión social .....	61
3.1.5.2 Generación de expectativas .....	67
3.1.5.3 Afectación infraestructura pública y privada .....	69
3.1.5.4 Cambios en las dinámicas poblacionales y económicos .....	71
<b>3.2 APORTES EN LA LUCHA CONTRA LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE MINERALES .....</b>	<b>76</b>
<b>3.2.1 Criminalización vs Situación Social.....</b>	<b>76</b>
<b>3.2.2 ¿Como abordar la dinámica dispersa en el territorio de la minería informal y su concentración en las regiones vulnerables?.....</b>	<b>81</b>
3.2.2.1 Provocación y disposición de los espacios de diálogo regional para la determinación consensuada y participativa del quehacer minero en contexto .....	82
3.2.2.2 Gestión de información y conocimiento para la delimitación de las áreas susceptibles para fomento de la minería de pequeña escala bajo esquemas formales y legales .....	82
3.2.2.3 Reconfiguraciones del enfoque de la autoridad minera la formalización y regularización minera .....	82
3.2.2.4 Ordenación minero ambiental y restauración de áreas perturbadas .....	83
<b>3.2.3 Coexistencia minera .....</b>	<b>83</b>
<b>3.2.4 Articulación institucional.....</b>	<b>86</b>
3.2.4.1 Descripción de la temática en el marco de la Explotación ilícita de minerales .....	86
3.2.4.2 Acciones o propuestas estructurales .....	87
3.2.4.3 Grupo de interés involucrados en cada o propuestas .....	88
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>89</b>

### **Índice de tablas**

Tabla 1 Explotación de minerales involucrados en movimientos en masa por municipio. ....	13
Tabla 2 Municipios afectados por movimientos en masa detonados por actividades mineras en Colombia .....	14
Tabla 3 Causas de los movimientos en masa detonados por actividades mineras. ....	14
Tabla 4 Consecuencias derivadas de la activación de movimientos en masa y procesos erosivos derivados de las actividades mineras. ....	15
Tabla 5 Ecosistemas potencialmente afectados por movimientos en masa detonados por actividades mineras. ....	16
Tabla 6. Datos de los conflictos mineros en áreas de protección y tierras agropecuarias de alta producción .....	21
Tabla 7. Área concesionada vs área realmente intervenida en minería (estimada).....	21
Tabla 8. Estimación de área intervenida por las extracciones de minerales en Colombia.....	23
Tabla 9 Síntesis analítica de algunos impactos sociales generados por la minería en Colombia. ....	62
Tabla 10 Promedio algunos indicadores sociales para municipios mineros y no mineros a 2005. ....	74

### **Índice de figuras**

Figura 1 Efectos ambientales de la minería Fuente: (Contraloría General de la República, 2013).	26
Figura 2. PIB y exportaciones en Colombia 2000-2016. Fuente: Elaboración propia con datos de DANE y Banco de la República	72
Figura 3. Impuesto de renta por sector económico. Fuente: Elaboración propia con datos de DIAN.	73
Figura 4. Regalías generadas por extracción de minerales y pago de regalías por tipo de mineral, 2012-2018 (cifras en billones de pesos). Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia Nacional de Minería.	74

## INTRODUCCION

La Corte Constitucional mediante la Sentencia T 445 de 2016, ordenó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al Ministerio del Interior, a la Unidad de Parques Nacionales Naturales, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y a la Contraloría General de la República conformar una mesa de trabajo interinstitucional, con el objeto de construir una investigación científica y sociológica, en la cual se identifiquen y precisen las conclusiones gubernamentales respecto a los impactos de las actividades mineras en los ecosistemas del territorio colombiano.

En este sentido, las entidades relacionadas en la Sentencia y otras incluidas se han reunido y conformado la Mesa de Trabajo Interinstitucional para la investigación sobre los impactos de la actividad minera en el territorio colombiano en virtud de la Sentencia T-445 de 2016 de la Corte Constitucional (Res. 0931 de mayo de 2017).

Teniendo en cuenta el alcance del proyecto de investigación conminado, éste se enfoca en la revisión y análisis del estado del arte de la información bajo el esquema IPBES (Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, por sus siglas en inglés<sup>1</sup>), para posteriormente identificar y analizar los impactos de la actividad minera así como la explotación ilícita de minerales en el país.

La plataforma IPBES funciona como un órgano intergubernamental que evalúa el conocimiento en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos a nivel global y regional, y diseña herramientas de apoyo en política para mejorar la utilización del conocimiento científico en materia de toma de decisión. En este caso, es el primer acercamiento de la metodología respecto a una actividad específica como es la minería, donde se realiza un análisis de la actividad minera y de la explotación ilícita de minerales, de forma separada, como una oportunidad para aclarar conceptualmente las diferencias entre las dos actividades, así como los impactos derivados de cada una.

De acuerdo con lo anterior, el documento presenta la investigación científica y sociológica de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano mediante la implementación de la metodología IPBES, abarcando los siguientes componentes:

- Sección 1. Contexto institucional de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales. (Este documento se publicó y surtió las consideraciones relacionadas entre julio y septiembre de 2018).
- Sección 2. Diagnóstico de la información ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracción ilícita de minerales en el país.

---

<sup>1</sup> IPBES: *Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Auspiciado por PNUMA, PNUD, UNESCO y FAO, IPBES (Plataforma Intergubernamental científico-normativa para la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos), es el órgano intergubernamental que evalúa el estado de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas que estos prestan a la sociedad. La misión de la IPBES es fortalecer la interfaz científico-normativa para la diversidad biológica y servicios de los ecosistemas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sostenible ([www.ipbes.net](http://www.ipbes.net)).

- Sección 3. *Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.*

Con lo anterior, la adopción de la metodología de evaluaciones de la IPBES, plantea una revisión rigurosa partiendo de una revisión de la información y literatura existente, así como la incorporación de otros sistemas de conocimiento, en un proceso de evaluación del estado del conocimiento de forma analítica, sintética y crítica a través de los juicios que los expertos realizan a la información y la presentación de hallazgos y vacíos de conocimiento, enfocados a los gobiernos y partes interesadas. En este sentido el insumo aquí aportado permitirá contar con un análisis de la información existente, los vacíos de conocimiento y las recomendaciones relacionadas, desde el punto de vista de expertos, sobre la actividad minera y la problemática de la explotación ilícita en los ecosistemas del país.

El presente documento “*Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano*”, está construido por 14 expertos nacionales e internacionales que trabajaron en la construcción del Diagnóstico, cuyo perfil y experiencia se describe adelante, realizan el análisis de la información respecto a la descripción del tipo de impacto, el impacto respecto a la actividad minera, el impacto respecto a la explotación ilícita minerales, el Impacto en los ecosistemas del territorio nacional, propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada, y la identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento.

Todo lo anterior en cinco matrices establecidas de acuerdo con la información secundaria encontrada y discutida en el Diagnóstico, las cuales se asocian con: Ocupación de territorio, Agua, Aire, Biodiversidad y servicios ecosistémicos, y Aspectos sociales.

Adicionalmente, algunos autores principales aportaron desde su conocimiento, algunas proposiciones y recomendaciones en la lucha contra la explotación ilícita de minerales.

## **SOBRE LOS AUTORES**

Dando continuidad al trabajo realizado en el Diagnóstico, algunos expertos continuaron con el análisis final respecto a la relación evidenciada de los impactos generados de la actividad minera y la explotación ilícita en el el territorio nacional. A continuación, se describen los perfiles de los expertos autores principales que elaboraron los apartes:

- **Ocupación de territorio**

- Impactos: Generación de movimientos en masa /Activación de procesos erosivos

*Valladares Salinas, Riguey Ysabel.* Geógrafa con trabajo especial de grado en Catastro Minero. Magister Scientiae en Ordenación del Territorio y Ambiente con investigación en Definición de la vocación minera con fines de ordenamiento territorial. Estudiante del Doctorado en Ciencias Forestales y Ambientales con el tema de tesis: Minería en Venezuela frente a los retos del desarrollo sustentable. Especialista en investigaciones de movimientos en masa, trabajo interinstitucional y comunitario en la gestión de riesgos geológicos en el Instituto Nacional de Geología y Minería (Venezuela), así como abordaje para el tratamiento de la minería ilegal, pasivos mineros ambientales. Profesora del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela. Asistente de proyectos en Consultora Soluciones Ambientales Estratégicas-BIOCYS, Chile. Líder del capítulo Transformación física de territorio.

- Impacto: Conflictos por cambios de uso del suelo

*Valencia Núñez, Amílcar José.* Ingeniero Civil, Msc en Ingeniería y Prevención Ambiental. Investigador en el Instituto Ingeominas entre los años 1996 y 2005 en evaluaciones minero ambientales del país, en particular los problemas de contaminación e inestabilidad de la minería de oro de Marmato, la subsidencia en la minería de materiales de construcción de Pasto, los problemas ambientales de la minería de materiales de construcción en la sabana de Bogotá, y el diagnóstico minero ambiental del Departamento de Córdoba y de San Andrés. Desde el año 2005 y hasta la fecha experiencia en estudios ambientales para la minería del carbón.

*Pinto Martínez, Elías.* Geólogo, Magíster en Saneamiento y Desarrollo Ambiental. Con experiencia en el soporte técnico para la incorporación de la gestión ambiental en el sector minero energético, específicamente en reglamentación ambiental, minería y salud, formalización minera, aguas subterráneas y minería, gestión y legislación sobre mercurio, información sectorial asociada a servicios ecosistémicos, y efectos en salud.

- Impacto: Modificación del paisaje

*Diaz Muegue, Luis Carlos.* Ingeniero de minas, Doctorado en Ingeniería. Con amplia experticia en planificación y gestión minero ambiental, caracterización edafológica de

suelos sometidos a actividades extractivas de recurso minero, tratamiento de tecnosoles mineros, remediación, rehabilitación, restauración ecológica; investigación y desarrollo tecnológico de materiales para tratamientos de suelos y aguas afectadas por minería metálica y no metálica con aplicación específica de biochar, carbón activado y pirolisis de biomasa para suelos naturales y tecnosoles (compost, vermicompost, co-compostaje con residuos orgánico); gestor del conocimiento en proyectos de ciencia, tecnología e innovación, en prospectiva científica y vigilancia tecnológica.

- **Agua**

- Impacto en la Calidad del agua

*Vasquez Ochoa, Olga Yaneth.* Química y Bióloga, con Magíster y Doctorado en Ciencias Biológicas. Experiencia en docencia e investigación, sobre el impacto de los drenajes ácidos de minería sobre el suelo y el agua de las regiones mineras de Cundinamarca, Boyacá y Valle, sobre el diseño y evaluación de sistemas de tratamiento pasivo para prevenir y tratar los drenajes de mina. Líder Grupo temático de Recursos hidrobiológicos.

- **Aire**

- Impacto en la Calidad de aire

*Gómez -Fernández, Santiago.* Ingeniero Administrador, Universidad Nacional. Candidato a Msc en Ingeniería Ambiental, Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Air Pollution Management. Sewdsh Meterorological and Hydrological Institute. Consultor.

- **Biodiversidad y servicios ecosistémicos**

- Impactos en la Biodiversidad y los Ecosistemas

*Madriñán Valderrama, Luis Francisco.* Ecólogo, con Maestría Investigaciones Biológicas. 16 años de experiencia en investigaciones relacionadas con ecología de paisaje, gestión de riesgos, manejo de recursos naturales, servicios ecosistémicos, dinámica de poblaciones, manejo de cuencas y biología de la conservación. Líder del Capítulo de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.

*González Rubio, Héctor.* Ingeniero Forestal con Maestría en Recursos Naturales y Doctorado en Ecosistemas y Recursos Hídricos. Con 15 años de experiencia en manejo ambiental, en gestión y monitoreo de proyectos mineros, restauración ecológica, gestión del recurso hídrico, estudios de impactos ambiental en el sector minero, licenciamiento ambiental, monitoreo biótico, abiótico e hidroclimatológicos en proyectos mineros, cuantificación y valoración de bienes y servicios ambientales, inventario forestal y economía ambiental. Líder de Grupo temático de Transformación de ecosistemas.

*Valencia Núñez, Amílcar José.* Ingeniero Civil, Msc en Ingeniería y Prevención Ambiental. Investigador en el Instituto Ingeominas entre los años 1996 y 2005 en evaluaciones minero ambientales del país, en particular los problemas de contaminación e inestabilidad de la minería de oro de Marmato, la subsidencia en la minería de materiales de construcción de Pasto, los problemas ambientales de la minería de materiales de construcción en la sabana de Bogotá, y el diagnóstico minero ambiental del Departamento de Córdoba y de San

Andrés. Desde el año 2005 y hasta la fecha experiencia en estudios ambientales para la minería del carbón.

- Impactos sobre biota acuática.

*Madriñán Valderrama, Luis Francisco.* Ecólogo, con Maestría Investigaciones Biológicas. 16 años de experiencia en investigaciones relacionadas con ecología de paisaje, gestión de riesgos, manejo de recursos naturales, servicios ecosistémicos, dinámica de poblaciones, manejo de cuencas y biología de la conservación. Líder del Capítulo de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.

*González Rubio, Héctor.* Ingeniero Forestal con Maestría en Recursos Naturales y Doctorado en Ecosistemas y Recursos Hídricos. Con 15 años de experiencia en manejo ambiental, en gestión y monitoreo de proyectos mineros, restauración ecológica, gestión del recurso hídrico, estudios de impactos ambiental en el sector minero, licenciamiento ambiental, monitoreo biótico, abiótico e hidroclimatológicos en proyectos mineros, cuantificación y valoración de bienes y servicios ambientales, inventario forestal y economía ambiental. Líder de Grupo temático de Transformación de ecosistemas.

*Valencia Núñez, Amílcar José.* Ingeniero Civil, Msc en Ingeniería y Prevención Ambiental. Investigador en el Instituto Ingeominas entre los años 1996 y 2005 en evaluaciones minero ambientales del país, en particular los problemas de contaminación e inestabilidad de la minería de oro de Marmato, la subsidencia en la minería de materiales de construcción de Pasto, los problemas ambientales de la minería de materiales de construcción en la sabana de Bogotá, y el diagnóstico minero ambiental del Departamento de Córdoba y de San Andrés. Desde el año 2005 y hasta la fecha experiencia en estudios ambientales para la minería del carbón.

- Impacto en la Disponibilidad agua

*Valencia Núñez, Amílcar José.* Ingeniero Civil, Msc en Ingeniería y Prevención Ambiental. Investigador en el Instituto Ingeominas entre los años 1996 y 2005 en evaluaciones minero ambientales del país, en particular los problemas de contaminación e inestabilidad de la minería de oro de Marmato, la subsidencia en la minería de materiales de construcción de Pasto, los problemas ambientales de la minería de materiales de construcción en la sabana de Bogotá, y el diagnóstico minero ambiental del Departamento de Córdoba y de San Andrés. Desde el año 2005 y hasta la fecha experiencia en estudios ambientales para la minería del carbón.

- Impacto en la Calidad de suelo

*Ipaz Cuastumal, Sandro Nolan.* Ingeniero Agrícola, Doctor en ciencias agropecuarias con énfasis en manejo y conservación de suelos y aguas. Docente universitario en Edafología, Manejo ambiental del Suelo, Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas, Geología, Edafología, Ciencias del Suelo, y Mecanización Agrícola. Interventor del componente Capacidad de Uso de las Tierras en 24 POMCAS, de 60 priorizados para Colombia por el Ministerio del Medio Ambiente y el Fondo Adaptación. Conocimiento teórico y de campo del recurso físico suelo en estas regiones.

- **Aspectos sociales**

- Impactos de la minería en la dimensión social

*Ayala Mosquera, Helcías José.* Ing. de Minas, Especialista en Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental, Master en Ciencias Ambientales, investigador de dinámica minera en Pacífico, coordinador en IIAP de línea de investigación en minería responsable y del grupo “Minería, Medio Ambiente y Grupos Étnicos”; promotor programa Oro Verde, delegado en Mesa Minera del Chocó, coordinador de convenios para promoción de formalización minera, y la formulación de la guía de relacionamiento entre el sector minero energético y comunidades negras del sur del Pacífico, caracterización de la pequeña minería en Costa Pacífica caucana

- Generación de expectativas / Afectación infraestructura pública y privada

*Montoya Nuñez, Carlos Eduardo.* Geólogo, Magister en Gestión Ambiental para el desarrollo Sostenible, Doctorado en administración de Negocios. Con amplia experiencia en la Dirección de proyectos relacionados con evaluación minero energética; transformación de ecosistemas, planeación urbana y regional; e instrumentos para la gestión del recurso hídrico. Docente de la Universidad Nacional de Colombia desde hace más de 10 años en Geología.

- Cambios en las dinámicas poblacionales y económicos

*Saldarriaga Isaza, Carlos Adrián.* Economista con doctorado en Ingeniería, con experiencia académica en el análisis económico de problemas ambientales y gestión de los recursos naturales. En los últimos años, la investigación se ha enfocado en los aspectos económicos y sociales de la extracción de recursos minerales en Colombia, en particular de la minería aurífera y de carbón.

- **Aportes en la lucha contra la explotación ilícita de minerales**

- Criminalización vs Situación Social

*Macías Gómez, Luis Fernando.* Abogado, Master en filosofía política, PhD en ciencias políticas. Con experiencia en derecho ambiental por más de 20 años tanto en el sector público como privado. Como primer jefe de la oficina jurídica del Ministerio del Medio Ambiente (1994 –1997) era el responsable de dirigir las consultas con comunidades, presidir las audiencias públicas, impulsar el proceso de licenciamiento ambiental. Experiencia en la asesoría a empresas de diversos sectores económicos, principalmente minero, energético, industrial, agro industrial entre otros.

- ¿Cómo abordar la dinámica dispersa en el territorio de la minería informal y su concentración en las regiones vulnerables?: Helcías José Ayala Mosquera.

*Ayala Mosquera, Helcías José.* Ing. de Minas, Especialista en Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental, Master en Ciencias Ambientales, investigador de dinámica minera en Pacífico, coordinador en IIAP de línea de investigación en minería responsable y del grupo “Minería, Medio Ambiente y Grupos Étnicos”; promotor programa Oro Verde, delegado en Mesa Minera del Chocó, coordinador de convenios para promoción de formalización

minera, y la formulación de la guía de relacionamiento entre el sector minero energético y comunidades negras del sur del Pacífico, caracterización de la pequeña minería en Costa Pacífica caucana.

- Coexistencia minera

*Peña Ortiz, Javier Ignacio.* Ingeniero metalúrgico, Especialista en ingeniería ambiental, Máster en gestión ambiental, dirección de empresa y calidad. He sido alcalde por elección popular y concejal en tres periodos lo cual me permite conocer mi comunidad y los municipios vecinos hasta la capital. Experiencia en supervisión ambiental en el proyecto Angosturas durante 13 años, asesor minero en el distrito minero de Vetas y California en los temas de molienda, cianuración, beneficio, purificación de oro y plata.

- Articulación institucional

*Pinto Martínez, Elías.* Geólogo, Magíster en Saneamiento y Desarrollo Ambiental. Con experiencia en el soporte técnico para la incorporación de la gestión ambiental en el sector minero energético, específicamente en reglamentación ambiental, minería y salud, formalización minera, aguas subterráneas y minería, gestión y legislación sobre mercurio, información sectorial asociada a servicios ecosistémicos, y efectos en salud.

## **IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA EN LOS ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO NACIONAL.**

### **3.1 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE IMPACTOS**

#### **3.1.1 Ocupación de territorio**

##### **3.1.1.1 Generación de movimientos en masa**

*Autor principal: Riguey Valladares*

###### **3.1.1.1.1 Descripción del tipo de impacto**

Los movimientos en masa incluyen todos los movimientos de ladera abajo de rocas, detritos o tierras por efecto de la gravedad (Proyecto Multinacional Andino, 2007). Entre los tipos de movimientos en masa detonados por las actividades mineras se encuentran: las caídas (derrumbes), los deslizamientos y los hundimientos (subsistencia).

En la fase de exploración geológico-minera, son frecuentes los movimientos en masa en las actividades concernientes a cortes para apertura de vías, que permitan el acceso a los afloramiento o sitios de muestreo, también en la apertura de trincheras, piques, pozos y galerías exploratorias, perforaciones y piscinas de lodos (Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente, 2002a).

En las explotaciones a cielo abierto, este tipo de impacto se puede presentar en la construcción de edificaciones, construcción de patios de acopio, construcción y adecuación de vías externas e internas, perforación y voladura, remoción de estériles, extracción del mineral y en la disposición de escombros. En minería subterránea, los hundimientos pueden producirse en actividades relacionadas a la entibación, la perforación, voladura y el transporte externo (Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente, 2002b).

###### **3.1.1.1.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera**

Los reportes señalan que los movimientos en masa detonados por actividades mineras, se vinculan a la extracción de calizas, agregados para la construcción, recibos, arcillas, yeso, carbón, oro y en menor proporción plata, puzolana, azufre, caolinita, barita, roca fosfórica, mármol y dunita en 16 departamentos (Santa Fé de Bogotá, Antioquia, Atlántico, Caldas, Casanare, Cauca, César, Córdoba, Cundinamarca, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Santander y Valle del Cauca) y 49 municipios (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Los departamentos Córdoba y Caldas tienen más del 30% de sus municipios impactados por movimientos en masa (Tabla 2). Gran parte de los movimientos se han identificado en minas que han sido abandonadas o que se encuentran inactivas.

*Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.*

*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

**Tabla 1** Explotación de minerales involucrados en movimientos en masa por municipio.

Departamentos-Municipios	Mineral
<b>Santa Fé de Bogotá</b>	
Bogotá D.C	●
<b>Departamento de Cundinamarca</b>	
Municipio Cogua	●
Municipio Soacha	●
Municipio Caquezá	●
Municipio Ubalá	●
Municipio Gachelá	●
<b>Departamento Valle del Cauca</b>	
Municipio Yumbo	⊗
Municipio Yumbo	⊗
Municipio Dagua	●
Municipio Palmira	
<b>Departamento Nariño</b>	
Municipio Guachucal	●
<b>Departamento Córdoba</b>	
Municipio Montería	●
Municipio San Carlos	● ● ⊗
Municipio Lórica	●
Municipio Ciénaga de oro	●
Municipio San Andres de Sotavento	●
Municipio Chimá	●
Municipio Valencia	●
Municipio Puerto Libertador	● ● ⊗
Municipio Planeta Rica	● ●
Municipio Sahagún	●
Municipio Canalete	●
<b>Departamento Caldas</b>	
Municipio Supía	●
Municipio Supía	●
Municipio Aguada	●
Municipio Chinchiná	● ●
Municipio Manizales	●
Municipio Manizales	●
Municipio Pacora	●
Municipio Palestina	●
Municipio Anserma	●
Municipio Anserma	●
Municipio Marmato	●
Municipio Riosucio	●
Municipio Riosucio	●
Municipio Viterbo	●
Municipio Aranzazu	●
Municipio Salamina	●
Municipio Villamaria	●
Municipio La Dorada	●
Municipio Manzanares	●
Municipio Marquetalia	●
Municipio Samaná	●
Municipio Victoria	●
<b>Departamento La Guajira</b>	
Municipio Ríoacha	⊗
<b>Departamento Atlántico</b>	
Municipio Luruaco	⊗
Municipio Puerto Colombia	⊗
Municipio Barranquilla	⊗
<b>Departamento del Meta</b>	
Municipio Villavicencio	●
Municipio Cubarral	⊗
Municipio San Martín	
<b>Departamento Santander</b>	
Municipio Vetas	●
Municipio Sabana de Torres	●
Municipio Los Santos	● ●
Municipio Los Santos	●
Municipio Curití	⊗
Municipio Sardinata	●
Municipio Catatumbo	⊗
Municipio Mutiscua	⊗
Municipio Mutiscua	●
Municipio Socorro	⊗
<b>Departamento Norte de Santander</b>	
Municipio Sardinata	●
Municipio Catatumbo	⊗
Municipio Mutiscua	⊗
Municipio Mutiscua	●
Municipio Villa del Rosario	⊗
<b>Departamento de Antioquia</b>	
Municipio Bello	⊕
<b>Departamento Quindío</b>	
Municipio Calarca	●
<b>Departamento de Magdalena</b>	
Municipio Ciénaga	●
Municipio Fundación	

Minerales	
● Arcilla	⬢ Azufre
● Arenas y gravas	● Caolinita
● Oro	● Metales preciosos
⊗ Carbón	● Yeso
⊗ Calizas	● Barita
● Recebos	● Roca Fosfórica
● Plata	● Marmol
⊕ Dunita	

Fuente: Gobernación de Cundinamarca-INGEOMINAS, 1999; INGEOMINAS, 1999, 2000, 2001, 2003, 2005, 2006; Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS, 1999a, 1999b, 1999c, 1999d, 1999e, 2000a, 2000b, 2000c, 2000d, 2000e, 2000f, 2000g, 2000h; Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS, 2005; UNODC, 2016; SGC, 2012, 2013a, 2013b, 2014, 2015<sup>a</sup>, 2015b, 2015c.

**Tabla 2** Municipios afectados por movimientos en masa detonados por actividades mineras en Colombia

Departamento	Número de municipios	Número de municipios afectados	Municipios afectados	%
Santa Fé de Bogotá	1	1	Bogotá	100.0
Antioquía	125	1	Copacabana	0.8
Atlántico	23	3	Puerto Colombia, Barranquilla, Luruaco	13.0
Caldas	27	10	Aguada, Aranzu, Victoria, La Dorada, Marquetalia, Anserma, Supía, Chinchiná, Riosucio, Manizales	37.0
Casanare	19	1	Nunchia	5.3
Cauca	42	1	Popayan	2.4
César	25	1	San Martín	4.0
Cordoba	30	10	Ciénaga de Oro, Puerto Libertador, Valencia, San Carlos, Planeta Rica, Montería, Canalete, Lórica, Chimá, San Andrés de Sotavento.	33.3
Cundinamarca	117	5	Caqueza, Soacha, Ubalá, Gachalá, Cogua	4.3
Magdalena	30	2	Ciénaga, Fundación	6.7
Meta	29	3	San Martín, Cubarral, Villavicencio	10.3
Nariño	65	2	Guachural, La Llanada	3.1
Norte de Santander	41	1	Sardinata	2.4
Quindío	12	1	Calarcá	8.3
Santander	87	3	Socorro, Curití, Los Santos	3.4
Valle del Cauca	42	4	Palmira, Yumbo, Dagua, Buenaventura	9.5
<b>Total</b>	<b>715</b>	<b>49</b>		

Los movimientos en masa están asociados a una o múltiples causas que actúan simultáneamente e intrínsecamente relacionados. En los casos revisados, se encontró que los mayores problemas se han originado por la carencia del diseño de mina, el grado de fracturamiento de la roca, la modificación de la topografía, la geometría del talud y la erosión (Tabla 3).

Los suelos también se ven afectados por la remoción de la capa orgánica y la ausencia de medidas de manejo tanto de la capa removida, como de los estériles producidos.

**Tabla 3** Causas de los movimientos en masa detonados por actividades mineras.

Causas de los movimientos en masa	Número de movimientos asociados	%
Carencia de diseño de mina	34	31
Grado de fracturamiento de la roca	22	20
Explosivos	1	1
Disposición del talud con respecto a la pendiente	2	2
Incumplimiento de la medidas ambientales	1	1
Cambio de uso del suelo	2	2
Geometría del talud	14	13
Deforestación	1	1
Disposición de estériles	3	3
Erosión	12	11
Modificación de la topografía	18	16
<b>Total</b>	<b>110</b>	

Fuente: INGEOMINAS (1999, 2000, 2001, 2003, 2005, 2006); SGC (2012, 2013a, 2013b, 2014, 2015<sup>a</sup>, 2015b, 2015c).

Las consecuencias frecuentes en algunos de los casos mineros revisados están relacionadas en mayor medida con daños materiales representados por obstrucción de las vías, fallas de borde, destrucción de viviendas, activación de conflictos socioambientales que han desencadenados sentencias del tribunal (Tabla 4).

**Tabla 4** Consecuencias derivadas de la activación de movimientos en masa y procesos erosivos derivados de las actividades mineras.

<b>Consecuencias de los movimientos en masa</b>	<b>Número de movimientos asociados</b>	<b>%</b>
Afectación de viviendas	8	21
Fallas de borde	9	24
Obstrucción de la vía	12	32
Accidentes, heridos o muertes	1	3
Conflictos socioambientales	4	11
Sentencia del tribunal	4	11
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>100</b>

Fuente: INGEOMINAS (2001, 2003, 2005, 2006); SGC (2012, 2013a, 2013b, 2014, 2015a, 2015c).

En áreas de minas abandonadas, es común que la bocamina quede clausurada por derrumbes y deslizamientos; al pasar el tiempo de inactividad desarrollan suelo y una sucesión vegetativa de rápido crecimiento.

En casos puntuales del territorio colombiano, se han empleado como medida de remediación de las zonas afectadas y de mitigación la arborización, para controlar la erosión y disminuir la afectación visual de las explotaciones.

Pocas minas realizan retrolleado de los frentes abandonados, algunos lo realizan de forma artesanal apilando el material en el interior del socavón y otras utilizan el método de corte - relleno hidráulico.

Se evidencian pocos casos de control de erosión, restauración del paisaje y cierres de minas en general. Pocas minas establecen barreras naturales para limitar la visualización de la zona de explotación y realizan terracedos con el fin de rehabilitar el terreno mitigando los impactos sobre el suelo.

En síntesis, de los casos analizados sólo el 16% de éstos se han aplicado medidas de reforestación, restauración geomorfológica y obras de estabilización de taludes, lo cual evidencia una débil gestión de riesgos siconaturales que redundan en la vulnerabilidad de la población y sus bienes que potencialmente pueden ser afectados.

### 3.1.1.1.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

Las causas principales de la generación de movimientos en masa en la minería ilícita se deben al grado de fracturamiento de la roca, carencias en el diseño de la mina, procesos erosivos y la modificación de la topografía, trayendo como consecuencia la destrucción de viviendas, fallas de borde, conflictos socioambientales y la sentencia del tribunal, entre otros.

Es frecuente en la minería ilícita de oro mediante el uso de motobomba, la socavación de los taludes para provocar el colapso del material, obteniendo una forma cóncava con condiciones de inestabilidad de alta propensión a la generación de movimientos en masa, no registrados sistemáticamente dentro de las investigaciones.

Se agrega a este ejemplo, el hundimiento y colapso de túneles excavados para la extracción del mineral, que han ocasionado hasta la muerte de las personas que operan la mina (Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS, 2000a, 2000b).

#### 3.1.1.1.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

De acuerdo a los casos consultados y la información disponible, las áreas mineras de los municipios se ubican en ecosistemas que potencialmente pueden estar siendo afectados por movimientos en masa detonados por actividades mineras (Tabla 5).

**Tabla 5** Ecosistemas potencialmente afectados por movimientos en masa detonados por actividades mineras.

<b>Unidad de análisis</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipios afectados por movimientos en masa</b>
<b>Bosques Andinos</b>	Nariño	La Llanada, Guachucal
	Valle del Cauca	Buenaventura, Dagua, Yumbo
	Cauca	Popayán
	Meta	Cubarral, Villavicencio
	Santa Fé de Bogotá	Bogotá, D.C.
	Cundinamarca	Ubalá, Caqueza, Gachalá
	Caldas	Victoria, Chinchiná, Anserma, Riosucio, Supía, Aguadas, Maquetalia.
	Antioquia	San Carlos, Copacabana
	Córdoba	Puerto Libertador
	César	San Martín
	Norte de Santander	Tibú
	Santander	Socorro, Curití, Los Santos
<b>Bosques de galería y riparios</b>	Santander	Los Santos
	Meta	Villavicencio
	Casanare	Nunchia
	Valle del Cauca	Buenaventura
	Chocó	Riosucio
	Cesar	San Martín
	Córdoba	San Andrés de Sotavento, Montería, Chimá, Lórica, Ciénaga de Oro, Sahagún.
<b>Cuerpos de agua</b>	Valle del Cauca	Buenaventura
	Córdoba	Montería, Lórica
<b>Páramo</b>	Santa Fé de Bogotá	Bogotá
	Cundinamarca	Soacha, Cogua, Gachalá
	Caldas	Manizales
	Nariño	La Llanada, Guachucal.
	Cauca	Popayán
	Valle del Cauca	Palmira
	Meta	Cubarral
<b>Selva Húmedas</b>	Meta	San Martín, Cubarral
	Casanare	Nunchía
	Valle del Cauca	Buenaventura
	Antioquia	San Carlos
	Caldas	Victoria
	Cundinamarca	Puerto Salgar
	Chocó	Riosucio
	Córdoba	Puerto Libertador
Norte de Santander	Sardinata	
<b>Ecosistemas secos</b>	Meta	San Martin

<b>Unidad de análisis</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipios afectados por movimientos en masa</b>
	Casanare	Nunchia
	Caldas	Victoria
	Chocó	Riosucio
	Cordoba	Puerto Libertador, Valencia, Montería, Planeta Rica, Canalete, San Carlos, Ciénaga de Oro, San Andrés Sotavento, Chimá, Lórica.
	Cesar	San Martín
	Norte de Santander	Sardinata
<b>Sabanas y afloramientos rocosos</b>	Meta	San Martín

### 3.1.1.1.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

#### 3.1.1.1.5.1 En relación a la gestión institucional

- Exigir el diseño de mina y su aplicación acorde al diseño propuesto por profesionales capacitados para el mismo.
- Ajustar factores de seguridad acordes los escenarios mineros y a la amenaza geológica del área.
- Fiscalizar el cumplimiento de los cierres de mina en los proyectos mineros.
- Se recomienda hacer seguimiento a las medidas preventivas y correctivas a través de supervisión y auditorías ambientales.
- Inventariar los pasivos ambientales mineros derivados de las minas abandonadas para priorizar las acciones que se deben acometer en la restauración, rehabilitación y recuperación de los espacios degradados.
- Actualizar los planes de ordenamiento territorial considerando las potenciales áreas mineras, sus impactos y pasivos ambientales.
- Exigir a las empresas mineras o responsables la indemnización a personas naturales y jurídicas por pérdidas o daños en viviendas, vías públicas o infraestructura afectada por la actividad.
- Promover el diálogo entre actores para la atención y transformación de conflictos sociambientales con visión a largo plazo.
- Promover y ejecutar planes de capacitación en labores de explotación dirigido a la población minera.

#### 3.1.1.1.5.2 En cuanto información geocientífica

- El Servicio Geológico Colombiano cuenta con información valiosa referida a los movimientos en masa del territorio nacional, sin embargo, se sugiere incorporar la minería como detonante de los movimientos en masa en el sistema de información geográfica para permitir a los usuarios una consulta expedita para la toma de decisiones. Además, se recomienda incluir la localización geográfica de los movimientos en masa en los informes técnicos, inclusive en los reportes fotográficos que incluyen éstos informes que faciliten la reconstrucción de los escenarios observados en investigaciones futuras.
- Promover investigaciones científicas a detalle sobre las causas y consecuencias de los movimientos en masa detonados por actividades mineras sobre la población, sus bienes y

actividades para orientar al Estado en la toma de decisiones que coadyuven a controlar la misma, reduciendo los impactos generados.

- Los Estudios de Impacto Ambiental deberían complementarse con un apartado sobre susceptibilidad a generar movimientos en masa que involucre la caracterización del macizo rocoso y modelamiento de estabilidad en diferentes escenarios para orientar las medidas prospectivas y correctivas pertinentes al caso.

#### 3.1.1.1.6 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

No hay precisión de la localización geográfica puntual de la mayoría de los movimientos en masa detonados por actividades mineras que indica la bibliografía consultada, por ende, no hay precisión para detectar el ecosistema impactado ni los elementos expuestos.

En cuanto a los inventarios mineros se constata que la información data de los años 1999 y 2000, por lo cual no se encuentra vigente a la fecha, pero brinda una aproximación de los impactos ambientales por municipio con una cobertura a nivel nacional; estos resultados se presentan en una ficha de impactos discriminados por etapas del proyecto minero que lo genera; con pocos detalles o explicaciones de los mismos.

De la revisión de SIMMA (SGC, Sistema de Información de Movimientos de Masa (SIMMA), 2017), se logró constatar que sólo 56 informes describen actividades mineras y 11 de éstos, vinculan la actividad minera como detonante de los movimientos en masa.

La bibliografía consultada, generalmente no discrimina si se trata de minería lícita o ilícita.

Es limitada la información y las conclusiones que pueden establecerse en un territorio tan extenso y diverso como Colombia.

#### 3.1.1.2 *Activación de procesos erosivos*

*Autor principal: Rigüey Valladares*

##### 3.1.1.2.1 Descripción del tipo de impacto

La activación de procesos erosivos es un impacto que se genera por la remoción de cobertura vegetal y capa superficial del suelo en terrenos con relieve pronunciado, el cual una vez expuesto a la lluvia y al sol, pueden desencadenar desprendimientos de material a corto, mediano y largo plazo (Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente, 2002b).

##### 3.1.1.2.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

Las actividades del proyecto minero que generan procesos erosivos están vinculadas generalmente a la apertura de caminos, trincheras, construcción y montaje, remoción de estériles y la extracción del mineral.

Es de hacer notar que los casos revisados en esta investigación, se observan paisajes modificados que generalmente quedan expuestos a la erosión porque no son sometidos a cierre produciendo un impacto visual significativo, en algunos de ellos se evidencia la ocurrencia de movimientos en masa.

El inadecuado manejo de los explosivos para las operaciones de arranque del mineral, la disposición de la roca extraída de las minas sobre los flancos de la montaña y la utilización de

los cauces de las quebradas como escombreras han generado la inestabilidad del terreno, lo que ha inducido caídas de rocas, cárcavamientos, procesos de subsidencia y deslizamientos.

Frecuentemente, los depósitos del estéril desprovistos de capa vegetal dan lugar a la formación surcos, cárcavas y deslizamientos de gran magnitud. Algunas veces, la localización de éstos depósitos no cuenta con una planificación de mina consistente y son ubicados cercanos a cuerpos de agua; por tal efecto, el escurrimiento superficial moviliza éstos sólidos en suspensión hasta los drenajes, así mismo, sobresatura el material generando deslizamientos que potencialmente pueden ocasionar represamientos, aumentar la sedimentación y la turbidez (PNUM-Minambiente, 2012).

La bibliografía consultada no cuantifica las áreas erosionadas por actividades mineras. De 50 casos documentados con detalle, sólo 8 reportan la aplicación de algún tipo de medida de mitigación post-intervención.

#### 3.1.1.2.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

De los casos de minería lícita e ilícita analizados en esta investigación, se identificó la presencia de procesos erosivos que se inician con la intervención minera, algunos casos se recuperan por regeneración natural y otros lugares no logran ser colonizados nuevamente. Tampoco es una práctica generalizada la reforestación de áreas intervenidas.

#### 3.1.1.2.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

El autor considera que existe una relación directa entre la minería y la erosión, pues donde se está ejecutando la actividad minera, están ocurriendo procesos erosivos que están afectando los ecosistemas donde se emplaza la actividad debido a que no se evidencian grandes esfuerzos en el control de erosión de las actividades mineras que se desarrollan en el territorio colombiano.

#### 3.1.1.2.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

La restauración de áreas degradadas a causa de la minería constituye una acción urgente para reducir la pérdida de suelos, la activación de movimientos en masa, la colmatación de cauces y la pérdida de la vida útil de obras de infraestructura.

#### 3.1.1.2.6 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

La movilización de sedimentos está ocasionando pérdida de suelos, cuyos volúmenes no están siendo cuantificados; éstos sedimentos a su vez pueden estar generando sedimentación y/o obstrucción de cauces con potencial a reducir la vida útil de obras de infraestructura como embalses o la colmatación de puentes.

El incremento de áreas erosionadas genera el escenario propicio para la activación de movimientos en masa, como consecuencia indirecta de la actividad minera.

#### 3.1.1.3 **Conflictos por cambios de uso del suelo**

*Autor principal: Valencia, Amilcar; Pinto, Elias.*

##### 3.1.1.3.1 Descripción del tipo de impacto

El uso del suelo se puede entender como la idoneidad que pueda proveer las características físico- químicas del mismo, para soportar actividades socioeconómicas, de manera que se logre obtener los mayores beneficios del uso de dicho suelo.

En Colombia, para establecer la vocación de usos del suelo, se realiza a través de la zonificación agroecológica, que tiene en cuenta propiedades como el clima, la geomorfología, las características físico químicas del suelo, entre otras propiedades. Es importante resaltar que, de acuerdo con IGAC (2012) se considera como potenciales vocaciones del suelo las actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales, forestales y de conservación de suelos; a partir de la vocación del uso del suelo, y contrastándola con el uso actual, se puede definir el grado de conflicto en que se encuentran las diferentes unidades de suelo.

Según IGAC (2012), en la conceptualización de la evaluación de los conflictos de uso del territorio, en su pg 31, expresa que *“Los conflictos de uso resultan de la discrepancia entre el uso que hace el ser humano del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales (ecológicas, culturales, sociales y económicas).”*. Sin duda, y de manera implícita en la definición, las actividades de aprovechamiento de recursos del subsuelo, al no ser consideradas vocaciones potenciales para el suelo, siempre representarán un conflicto de uso, sea cual fuere el sitio de desarrollo en el territorio colombiano.

Lo anterior debe dejar claro que el análisis que se presentará corresponde a la incompatibilidad, temporal o permanente, de las actividades de extracción de minerales con el potencial uso del suelo, entendido este como los horizontes A, B y C que representan un sustento para actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales, forestales y de conservación; no representa este análisis un conflicto por el uso del territorio, entendiendo que para un análisis como este deberán considerarse muchos más elementos de juicio.

Como conclusión, y en el análisis de un impacto referido a los conflictos por cambios de usos del suelo, para el caso de extracción de recursos minerales podría considerarse que siempre existirá un conflicto dado que la actividad, especialmente las operaciones a cielo abierto y en menor medida las subterráneas, generan una intervención total de los horizontes A, B y C del suelo, limitando, en algunos casos de manera temporal y en otros de manera permanente, la posibilidad de uso de ese suelo para soportar alguna actividad que requiera de sus propiedades.

Podría decirse, entonces, que el impacto consiste en una modificación, temporal o permanente, del uso del suelo debido a la intervención directa de su estructura y de sus propiedades físico químicas. En este sentido cobra relevancia evaluar la magnitud de la intervención superficial por parte de las extracciones mineras, y su significancia para el país; de esta manera se puede poner en contexto esta intervención respecto a preocupaciones surgidas sobre la afectación a otros sectores productivos como la agricultura o la ganadería y la implicación en la posible pérdida de la sostenibilidad agropecuaria de la población de nuestro país.

#### 3.1.1.3.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

En consideración al enfoque establecido para el análisis del impacto, que considerará las áreas intervenidas por extracciones de minerales como áreas que indudablemente generan un conflicto de uso del suelo respecto de las potencialidades que han sido establecidas, procederemos a hacer un análisis sobre la significancia de ese conflicto, sin alcanzar a establecer los grados del mismo dado que este análisis a nivel nacional no permite alcanzar tal nivel de detalle.

En relación con las actividades mineras propiamente dichas, y con base en la información oficial existente, principalmente de la UPME (2017), se dice que a 2015, de acuerdo a los títulos oficialmente inscritos, existían 9.314 títulos mineros que representaban un área de 5'347.405,42 hectáreas, lo que significa un 4.68% del territorio nacional.

IGAC (2012) presentó un análisis de los conflictos de uso por minería a partir de la superposición de la vocación del suelo con los títulos mineros existentes para la fecha de dicho estudio, en el que establece que los conflictos se localizan en áreas de ríos, páramos y ciénagas, en un total de 65.051 hectáreas aproximadamente, que corresponden al 0.04% del territorio nacional. Adicionalmente, y en relación al conflicto de tierras agropecuarias, en particular las clasificadas agrológicamente como tipo II a tipo IV, el documento menciona la cifra de 1'000.554 hectáreas aproximadamente, con un gran total de áreas en conflicto de 1'065.605 hectáreas, que representan el 0-93% del territorio nacional (ver Tabla 6.).

**Tabla 6.** Datos de los conflictos mineros en áreas de protección y tierras agropecuarias de alta producción

Conflictos de uso según vocación del suelo	Ríos, Páramos y Ciénagas	Clase Agrológica II	Clase Agrológica III	Clase Agrológica IV	Total General
Área de títulos mineros (Ha)	65.051	29.735	206.352	764.467	1'065.605

Fuente: IGAC (2012), modificado de tabla 34, Pg. 186.

No obstante lo anterior, es claro que no todos los títulos se encuentran convertidos en proyecto minero, ni toda el área titulada se convierte en área intervenida por la actividad extractiva, por lo que cobra relevancia otro estudio realizado por UPME-UIS (2014) orientado a establecer las reales áreas intervenidas por la actividad minera. En dicho estudio se encontró que el área realmente intervenida por la actividad minera se estimó en 52.352 hectáreas; esto significaría que se encontró intervenida algo menos del 1% del área titulada para minería, y que representa el 0.05% del territorio nacional.

En el siguiente cuadro se observa una síntesis de la información obtenida, que fue compilada entre los años 2012 y 2014 pero que puede ser considerada muy actual dado el lento crecimiento en área que es característico de las operaciones mineras.

**Tabla 7.** Área concesionada vs área realmente intervenida en minería (estimada).

Ítem	Área (ha)	% del territorio nacional
Territorio nacional continental	114.174.800,00	100
Área concesionada a títulos mineros en Colombia (a+b+c)	5.347.405,43	4,68
a) Área de los títulos en etapa de exploración	2.531.877,11	2,22
b) Área de los títulos en etapa de construcción y montaje	1.687.287,21	1,48
c) Área de los títulos en etapa de explotación	1.128.241,11	0,99
d) Área concesionada a títulos con actividad minera (en la que se está realizando explotación minera)	560.769,24	0,49
<b>Área realmente intervenida por la actividad minera</b>	<b>52.352,00</b>	<b>0,05</b>

Fuente: Con base en consultoría de la UIS, Área realmente intervenida y consumo de agua y energía en la minería en Colombia, (2014) con datos de la ANM. Según cálculos consultoría UIS. (UPME-UIS, 2014).

Sin duda este último valor de intervención resulta el más acertado a la hora de reflexionar sobre la intervención de las actividades mineras sobre el territorio y su significancia, y no los análisis basados en los títulos mineros. Sin embargo, también es de considerar que esa área crecerá en el tiempo de explotación, y en la medida que se aumente las áreas de disposición final de sobrantes y de infraestructura asociada, incluso de aquella que está fuera de los títulos mineros. El cambio de uso de suelo, es más acentuado cuando se desarrolla bajo métodos de explotación

a cielo abierto, tanto por el área de explotación como por el área donde se dispondrán sus materiales estériles o sobrantes del proceso minero. El cambio de uso de suelo, también contribuya al fraccionamiento de los ecosistemas, por lo cual es considerado dentro de los Estudios de Impacto Ambiental, con el fin de manejar su impacto.

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta que el país cuenta con 5.3 millones de hectáreas en uso agrícola, 35 millones de hectáreas en uso ganadero, y una impactante cifra de 18 millones de hectáreas con conflictos de uso en el país, las 52.352 hectáreas intervenidas por actividades mineras resultan muy bajas para ser consideradas una actividad relevante a la hora de evaluar los conflictos por uso del suelo.

En este sentido, es de precisar que en el análisis específico en cada proyecto se considera en el Estudio de Impacto Ambiental los cambios de uso de suelo y su vocación, tanto en la identificación, modificación como su manejo dentro del cierre minero.

### 3.1.1.3.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

Respecto a la explotación ilícita de minerales, no existe información documental precisa que permita establecer los conflictos por uso del suelo que tienen estas actividades a nivel nacional. No obstante, y con el ánimo de intentar ofrecer un panorama a partir de la información existente, se intentará proveer una evaluación racional de esta magnitud del impacto.

Con base en el Censo Minero del Ministerio de Minas y Energía (2012) – CM (MINMINAS, 2012), que aunque parecería desactualizada, conociendo el proceso minero es una información que puede dar una muy buena aproximación de lo que es la situación de la operación minera y la extracción ilícita de minerales, se encontraron 14.357 unidades de extracción de minerales, de las cuales el 63% NO cuenta con título minero lo cual, a la luz de la legislación vigente, serían consideradas como extracciones ilícitas de minerales.

El CM abarcó 23 de los 31 departamentos, y agrupó los minerales explotados en 4 principales grupos: Carbón, Metálicos (Oro, Plata, Platino, Concentrado de Cobre, Hierro, Plomo y Ferroníquel), No Metálicos (Arena, Arcilla, Grava, Caliza, Piedra, Sal, entre otros), y Piedras Preciosas. El censo no incluyó departamentos como Nariño, con fuerte presencia de minería metálica.

El 47% de las extracciones se realizan sobre los Minerales No Metálicos; el 32% se realiza sobre Minerales Metálicos, el 19% sobre Carbón y el 2% sobre Piedras Preciosas. En el caso de los minerales No Metálicos, el 59% son operaciones Sin Título minero, mientras que en el caso de los Minerales Metálicos esta condición la tiene el 86% de las operaciones, en el caso del Carbón esta situación se presenta en el 40 % de las operaciones y en Piedras Preciosas en el 16%; vale la pena mencionar que en este censo NO fueron contabilizadas las operaciones más grandes de carbón a cielo abierto como son la de La Guajira, las del Cesar y la de Córdoba.

En relación con la extracción ilícita de carbón, a partir del CM y con el nivel de ilegalidad encontrado, se estima que las áreas intervenidas por extracciones ilícitas corresponden a cerca de 3.500 hectáreas.

En el caso de los minerales metálicos, las extracciones ilícitas se concentran en los minerales de oro, plata y platino, encontrándose a partir de la información del CM y los niveles de ilegalidad, un estimado aproximado de 103.000 hectáreas

Respecto a los minerales no metálicos, que agrupan los minerales industriales y los materiales de construcción, se estima un área ocupada por extracciones ilícitas del orden de 11.000 hectáreas.

Finalmente, en lo referente a las extracciones de piedras preciosas, el nivel de intervención y el nivel de ilegalidad es muy bajo, estimándose en cerca de 15 hectáreas las extracciones ilegales.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, la Tabla 8 consolida lo que podría ser la situación de intervención del territorio por parte de las extracciones ilícitas de minerales en Colombia:

**Tabla 8.** Estimación de área intervenida por las extracciones de minerales en Colombia

<b>Grupo de Mineral</b>	<b>Área Intervenida Extracción Ilegal** (ha)</b>
Carbón	3.500
Metálicos	103.000
No Metálicos	11.000
Piedras Preciosas	15
<b>Total área intervenida minería legal</b>	<b>117.515</b>

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta que el país cuenta con 5.3 millones de hectáreas en uso agrícola, 35 millones de hectáreas en uso ganadero, y una impactante cifra de 18 millones de hectáreas con conflictos de uso en el país, las 117.515 hectáreas intervenidas por extracciones ilícitas de minerales resultan muy bajas para ser consideradas una actividad relevante a la hora de evaluar los conflictos por uso del suelo.

No deja de ser interesante contrastar esta información con la que existe de otros países de la región para la misma época del estudio. En el estudio de UPME-UIS (2014) se encuentra que, en Perú, por ejemplo, el área intervenida por la actividad minera asciende a 1'663.000 hectáreas, que corresponden al 1.32% de la superficie de ese País; en Chile, el área intervenida por minería alcanzó, en 2013, 855.944 hectáreas que corresponden al 1.13% de ese país.

#### 3.1.1.3.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

En relación con los ecosistemas, si bien el estudio IGAC (2012) presentó un análisis de los conflictos de uso del suelo entre los títulos mineros y algunos ecosistemas estratégicos como los ríos, páramos y ciénagas, dado que los títulos mineros no representan la realidad de las áreas intervenidas por actividades mineras, y mucho menos considera las actividades de extracción ilegal de minerales, se considera que no se cuenta con suficiente información para realizar un análisis de este tipo.

No obstante lo anterior, y de acuerdo a las cifras recogidas en este documento, es indudable que las extracciones de minerales metálicos, principalmente oro, y considerando tanto las actividades lícitas como las ilícitas, constituyen la principal fuente de intervención del territorio. En el caso de las extracciones de oro aluvial, solo en los departamentos de Antioquia y Chocó se detectaron situaciones de deforestación en cerca de 25.000 hectáreas.

#### 3.1.1.3.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

En relación con la evidencia encontrada, es indudable que la extracción ilícita de minerales resalta como el principal llamado de atención respecto a los impactos en el territorio relacionados con los conflictos por el cambio de uso del suelo; en especial porque, además de que no representa un beneficio económico para el estado, ni se rige por compromisos sociales orientados al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones circunvecinas, la ausencia de control sobre las actividades mineras y los controles ambientales están generando un grave problema de pasivos ambientales que tarde o temprano deberán ser asumidos por el gobierno, con cargo a los impuestos de todos los colombianos.

Por lo anterior, la búsqueda de que todas las actividades de extracción de minerales se realicen en el marco de las autorizaciones legales, que buscan permitir actividades económicamente viables, seguras para sus trabajadores y las comunidades vecinas, y ambientalmente responsables, se considera que debe ser una prioridad del estado.

#### 3.1.1.3.6 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

Es necesario ejecutar estudios que permitan diseñar planes pertinentes para el manejo ambiental y avanzar en la implementación de acciones de prevención y recuperación del suelo minero (Guerrero Useda & Pineda Acevedo, 2016).

(Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015) indican que el incremento de la concentración de Hg en el suelo puede obedecer a la acumulación o al incremento de la actividad minera, efecto de debe ser estudiado para definir la dependencia.

(Guerrero Useda & Pineda Acevedo, 2016) demostraron que es posible avanzar en el diseño de modelos conceptuales de riesgo de contaminación del suelo, análisis que debe presidir el diseño y desarrollo de estudios cuantitativos para establecer la presencia, acumulación y vías de movilización de sustancias que podrían derivar en mayor degradación del suelo. Deben desarrollarse estudios que con referencia en datos epidemiológicos permitan valorar el riesgo de afectación de la salud a la que están expuestos los habitantes de la vereda por contaminación química del suelo.

#### 3.1.1.3.7 Recomendaciones generales

Es necesario generar una metodología de cuantificación de las emisiones de mercurio u otros contaminantes hacia el suelo, para lo que se requiere disponer de información completa, oportuna, homogénea y preferiblemente sistematizada sobre las explotaciones de oro y los procesos que lleva a cabo la minería aurífera artesanal y de pequeña escala en todo el territorio nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

#### 3.1.1.4 **Modificación del paisaje**

*Autor principal: Luis Carlos Díaz*

La minería colombiana es extremadamente diversa, tanto por los tipos de minería (producto extracto, tecnologías utilizadas, tamaño de las empresas), como por el medio natural donde ella opera (condiciones geográficas, geológicas, ecológicas) y las sociedades que viven a su alrededor (indígenas, poblaciones rurales o urbanas). Es importante tomar en consideración los conceptos y esta diversidad, para proponer para cada situación un marco legislativo que sea aplicable y eficiente, permitiendo que una actividad tan necesaria para el desarrollo de las regiones y del país deje de degradar el capital natural que es un recurso de primera importancia para Colombia según lo señalado por Lavelle en 2017.

**Minas a cielo abierto:** Minería a cielo abierto es la extracción de minerales que se desarrolla en la superficie del terreno. Para la explotación de una mina a cielo abierto, es necesario excavar, con medios mecánicos o explosivos, los terrenos que recubren la formación geológica que forma el yacimiento. El material excavado no útil, se apila fuera de la mina, para la restauración terminada la vida del yacimiento.

**Canteras:** Son muy similares a las de cielo abierto, con la diferencia de que este tipo de mina se usa principalmente para la extracción de materiales para la construcción, por ende, hay mucho menos material desechado. A su vez, esto hace que la cantera con el pasar del tiempo se vuelva una gran excavación. Estas minas están ubicadas cerca de aglomeraciones urbanas para facilitar

el transporte de los trabajadores y por la cercanía a los mercados donde se venden estos productos.

**Minas de aluviones:** Ese tipo de minería explota partículas minerales que se mezclan con arena y grava, y que generalmente se encuentran en los lechos de ríos, actuales o fósiles. En estas minas se pueden encontrar varios metales como oro, platino, estaño, y gemas como diamantes, rubíes. También se pueden encontrar aluviones que procesándose de una manera física se pueden extraer arena, grava, limo o arcilla.

**Escombreras:** Las escombreras son estructuras que se originan por el vertido de los estériles de diversos orígenes producidos en las labores de acceso en la minería subterránea o del desmonte de la coquería en las de cielo abierto, también pueden ser rechazos gruesos o mezcla de gruesos y finos, originados en las plantas de tratamiento. Estos han de estar secos y con bajo porcentaje de humedad de forma que al estar apilados formen una estructura sólida y con cierta estabilidad (IGME, 1989).

**Balsas y presas de residuos:** Las balsas y presas, se forman por el vertido de los residuos de granulometría fina (limos y lodos finos) que son evacuados por las plantas de tratamiento mezclados con agua o líquidos del proceso. Su función principal consiste en almacenar permanentemente los estériles sólidos y retener temporalmente los efluentes líquidos. Los residuos se evacúan a depresiones naturales del terreno o son contenidos por diques formados artificialmente (IGME, 1989).

#### 3.1.1.4.1 Descripción del tipo de impacto

Aunque se considera una actividad económica crucial en todo el mundo, la minería tiene un Impacto negativo significativo en el medio ambiente. Por su naturaleza, especialmente la minería a cielo abierto. Inevitablemente conduce a una grave degradación de los valores ecológicos y estéticos del paisaje (Chamber of Mines of South Africa 2008). La minería es importante para la economía local y global, pero esta operación es mayor e inevitablemente conduce a un daño ambiental sustancial y debido a este tipo de actividades, originales El potencial del paisaje está muy alterado. Especialmente en el caso de la minería a cielo abierto, donde un mineral está bastante cerca de la superficie, o el mineral en sí mismo es parte de la superficie del suelo o roca, comenzar desde la superficie de la tierra y mantener la exposición a la superficie durante la extracción período. La interrupción de la superficie afecta significativamente el suelo, la fauna, la flora y la superficie. El agua, influyendo así en todos los tipos de uso del suelo. Adicionalmente, si la operación va más allá. debajo del nivel freático, afectará las aguas subterráneas cercanas a la superficie.

Los cambios geomorfológicos y del paisaje (modificación del relieve, alteración del color, rotura de la cuenca visual, introducción de formas extrañas, focalización de la percepción hacen parte de los impactos de la minería relacionado con modificación del paisaje, como se aprecia en la Figura 1, evidenciando los efectos ambientales de la minería en caso particular de minería de carbón.



**Figura 1** Efectos ambientales de la minería Fuente: (Contraloría General de la República, 2013).

#### 3.1.1.4.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

Del mismo modo, están las alteraciones del paisaje, que es uno de los impactos más complejos puesto que las alteraciones son permanentes debido a la huella antropogénica tan fuerte que posiblemente tenga solución en muchas generaciones futuras, teniendo en cuenta que las áreas destinadas a tal fin se depositan residuos líquidos tóxicos, en donde, quedan limitadas actividades como la agricultura y la ganadería, necesarias para la subsistencia de la población.

Los resultados de un estudio de detección de explotación de oro de aluvión de 2014, señala que Colombia tenía 78.939 hectáreas, distribuidas en 17 de los 32 departamentos del país. El mismo estudio señala que el 60% del área no coincide espacialmente con áreas autorizadas por la ley para explotación de oro (Licencias ambientales, amparo de Títulos sin licencia, Solicitudes de legalización y Propuestas de contrato), mientras que el 40% se encuentra en zonas que presentan algún tipo de autorización. Solo el 2% coincide con licencias ambientales mineras, que son el requisito último mediante el cual se puede iniciar el proceso de explotación (incluye título y licencia ambiental).

Las cifras que publica MINMINAS para el año 2015, indican que, de 114 millones de hectáreas del territorio continental de Colombia, a la fecha sólo 5.104.293 hectáreas están tituladas para la actividad minera, es decir el 4.5%. 1.743.800 hectáreas equivalen al 1.1% están en etapa de exploración, y sólo 350 mil han sido intervenidas. Estos resultados coinciden con los reportados en una consultoría especializada por La Universidad Industrial de Santander en 2014; en el que utilizaron una herramienta de cálculo proporcional con 9.5% del área titulada.

En Colombia existen varias categorías de áreas protegidas según las particularidades; CONVENCIÓN SOBRE LOS HUMEDALES RAMSAR, Reserva Forestal Protectora (ReservaFP RUNAP), Parques Nacionales Naturales 2017(PNN), Reserva Forestal Ley Segunda de 1959 (Ley 2: Capa actualizada 2017), Áreas Protegidas RUNAP (AP), Territorios Colectivos Comunidades Negras 2014 (Comunidades\_Negras), Resguardos Indígenas 2017 (Resguardos Indígenas), Zonas de Reserva Campesina 2017 (Campesinas). Aunque la Agencia

Nacional Minera reporta el caso de 37 titulaciones en áreas protegidas, responde a la Procuraduría que nueve fueron eliminados y 28 están bajo análisis, la agencia detalla que “algunos corresponden a registros de propiedad privada y permisos otorgados con anterioridad a la declaratoria del Parque Nacional Natural; razón por la cual no se excluyeron en el momento de la declaratoria” (El Espectador, 2013).

#### 3.1.1.4.3 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

En las zonas mineras en donde se realiza la explotación del carbón, mayoritariamente en los departamentos del Cesar y La Guajira, en los últimos años se evidencian impactos ambientales acumulativos generado por los grandes volúmenes de estériles con acumulación notoria visible desde las poblaciones cercanas a los proyectos mineros (MINAMBIENTE, 2017); sumado a los fenómenos climáticos locales y globales predominantes en esta zona (bajo nivel de precipitación).

EL Impacto en los ecosistemas por minería es poco evidente como política pública de investigación científica desde el Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación en energía y minería (PIEM 2013-2022) de Colciencias.

#### 3.1.1.4.4 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

Existen vacíos presupuestales y de personal técnico especializado en las instituciones de control ambiental y minero en cuanto a su capacidad para poder cumplir con los objetivos de seguimientos en las visitas técnicas.

Carencia de apoyo y promoción a la Investigación de métodos mineros sin sustancias peligrosas.

Lentitud en los trámites de Contrato de Acceso a Recurso Genético (Andrade, 2011).

Más del 90 por ciento del bosque seco tropical que había en Colombia ya no existe (Ariza y Gonzáles, 2014). Muchas de estas áreas se encuentran afectadas por actividad minera como la desarrollada por los grandes proyectos de carbón a cielo abierto en El Cesar y La Guajira.

Articular el desarrollo de tecnologías para la exploración y explotación de recursos mineros y energéticos contemplados en el PLAN ESTRATÉGICO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA (PIEM 2013-2022).

#### 3.1.1.4.5 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

Dinamizar en asignación de recursos y trámites legales para la investigación científica que tenga como foco las investigaciones de ecosistemas y recursos genéticos endémicos por actividades mineras.

Incluir en los trámites de licenciamiento minero ambientales, pruebas diagnósticas sobre potencialidad de riegos de rocas y sedimentos en contaminación de aguas, suelos y recursos naturales.

Fortalecimiento de la política acción sobre conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas por actividad minera.

Generar proyectos de recuperación y conservación de sistemas estratégicos ambientales, así como de implementación de tecnologías limpias y un sistema de monitoreo del impacto ambiental de la minería (PIEM 2013-2022).

## **3.1.2 Agua**

### **3.1.2.1 Calidad del agua**

*Autor principal: Vásquez, Olga Yaneth.*

#### **3.1.2.1.1 Descripción del tipo de impacto**

El concepto de calidad general se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades o una suma de aptitudes para distintos usos, según varios parámetros. De esta manera, una masa de agua tendría más o mejor calidad cuantos más usos permita. Sin embargo, la Directiva Europea del Marco del Agua enfatiza que es necesario proteger un cuerpo de agua más como un bien ambiental que como un recurso para ser explotado (IDEAM, 2019). Por tanto, en esta sección se evalúan las presiones ejercidas sobre las condiciones de calidad del agua por cargas contaminantes puntuales generadas por las actividades que se produce durante las etapas de un proyecto minero. Los impactos más representativos de la minería sobre la calidad del recurso hídrico se relacionan con la contaminación química, el aumento de sedimentos, la disminución de caudales y la alteración del curso (López-Sánchez, López-Sánchez, & Medina, 2017).

La transformación de las fuentes de agua en un proyecto minero puede darse por tres vías la primera de ellas es la generación de drenajes cuando los minerales sulfurados presentes en el suelo quedan expuestos al agua y oxígeno del ambiente. Estos drenajes pueden ser ácidos, neutros o fuertemente básicos. Incluso pueden ser radioactivos, corrosivos y/o tóxicos (Nordstrom, Blowes, & Ptacek, 2015). El principal problema de los drenajes de mina el bajo pH (< 4,5), así como la alta concentración de metales pesados (Hg, Mn, Zn, Cd, Ni, Pb, Cr, Cu, As, entre otros), y los sulfatos disueltos que pueden alcanzar cientos de mg por litro. Estos metales, pueden tener un impacto negativo sobre la salud humana, sobre las plantas y los animales debido a la perturbación severa en sus procesos bioquímicos. Cuando los drenajes son vertidos en la superficie sin sus debidas acciones de control y manejo, destruyen la capa vegetal, erosionan el suelo y contaminan los cauces de los ríos eliminando los organismos bentónicos e interrumpiendo la cadena trófica (Johnson & Hallberg, 2005). Además, los valores bajos de pH incrementan la concentración de sólidos disueltos y suspendidos totales lo que puede también afectar las fuentes de agua subterránea .

Una segunda vía de contaminación del agua es a través de los procesos mineros cuando se utiliza durante las operaciones o beneficios mineros. Esta agua al entrar en contacto con los minerales extraídos, los estériles o los relaves termina convirtiéndose en drenajes ácidos, y en algunos casos como en los procesos del oro termina contaminada con mercurio y/o cianuro. Este problema se agrava por la presencia de minas abandonadas cerca de otras minas en explotación, ya que el agua las recorre fácilmente y luego al desembocar en cursos de aguas limpios los metales terminan movilizándose inclusive a largas distancias (Contraloría General de la República, 2014).

El problema ambiental que los drenajes de mina pueden incrementarse cuando las empresas terminan su fase de explotación y las minas son abandonadas. Durante la operación activa de una mina, la legislación exige que los operadores realicen el tratamiento del drenaje y que los vertimientos cumplan con valores estándar. Sin embargo, cuando la mina cesa sus actividades los riesgos ambientales aumentan debido a que los residuos mineros expuestos a la lluvia y a otras condiciones climáticas pueden contaminar el agua y generar drenajes de mina a perpetuidad (Cables, 2015).

Finalmente, la tercera vía de contaminación del recurso hídrico es la alteración de los sedimentos en suspensión en cuerpos hídricos, muy común en la minería de aluvión. Los sedimentos son partículas finas que se mantienen en suspensión por los remolinos de la corriente y crean una armadura de lecho que protege los organismos de la exposición directa a los rayos del sol, sin embargo, cuando incrementan considerablemente reducen la penetración de la radiación fotosintéticamente disponible y colmatan la columna de agua (Davies-Colley et al., 1992). A este problema se le suma que en algunos casos los sedimentos van acompañados de metales pesados como el mercurio, el aluminio o el zinc que se bioacumulan en la cadena trófica.

### 3.1.2.1.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

En Colombia, se han detectado drenajes ácidos en algunos distritos mineros y en los últimos años se ha intentado caracterizarlos en algunas regiones de explotación de oro y carbón dejando de lado la minería de piedras preciosas. En los estudios realizados por el Ministerio de minas y energía, Unidad de Planeación Minero Energética, & Universidad de Córdoba, 2015 sobre la calidad de los drenajes en varias regiones del país se analizaron parámetros fisicoquímicos como: metales, demanda química de Oxígeno, sólidos totales disueltos, turbiedad, pH, nitratos, fosfatos y carbono orgánico total, encontrando en algunos casos concentraciones superiores a las establecidas por la legislación colombiana (resolución 631 de 2015). También, se encontró que los contaminantes pueden ser diluidos al tener contacto con los ecosistemas debido a que tienen como sumideros los sedimentos y el material biológico presente en los cuerpos receptores.

En muchos distritos mineros, por lo general en los proyectos licenciados, el gremio minero intenta remediar los drenajes ácidos instalando torres de aireación que aceleran la oxidación del ion ferroso y adicionando sustancias químicas alcalinas (p.e., cal, carbonato de calcio, carbonato de sodio) que elevan el pH y precipitan muchos metales disueltos. El resultado de esta práctica es la alta producción de lodos que pueden contener metales en concentraciones elevadas (Johnson & Hallberg, 2005). El alto volumen generado de drenaje ácido y los largos periodos de tiempo de producción de las minas, implica que los tratamientos químicos tengan un elevado costo haciéndolos inviables (López, O., & Baretino, 2002).

La complejidad química de los drenajes de mina, así como el impacto que tiene los metales pesados en los sumideros de agua ha afectado gravemente la reputación del sector minero. Ante la opinión pública la minería es el sector de la economía que más degrada el medio ambiente (60%) y el de mayor consumo de agua (31%) (Castellanos et al., 2017). Sin embargo, estos datos no coinciden con los reportes del estudio Nacional del agua (IDEAM, 2019), donde la minería ocupa el séptimo lugar en consumo de agua a nivel nacional después de sectores como la agricultura, la energía y el consumo doméstico. Por otro lado, los proyectos mineros licenciados están sujetos al trámite de varios permisos relacionados con la calidad de agua como son el permiso de vertimientos, el de ocupación y calidad de cauces y el de captación de aguas superficiales y subterráneas e incluso incorporan instancias de participación ciudadana derivadas de la ley 99 de 1993 (Castellanos et al., 2017).

A pesar de que las empresas mineras están obligados a presentar un informe de cumplimiento ambiental (ICA) cada seis meses a la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), no hay información disponible al público sobre la calidad del agua en los proyectos mineros dificultando el análisis de los impactos en el recurso hídrico. Por tanto, el análisis se realizó a partir del diagnóstico de información secundaria donde encontró que los mayores impactos de la minería licenciada están relacionados con:

- La eliminación directa de relaves (residuos mineros) y drenajes ácidos en los efluentes y ríos de las regiones mineras.
- Eliminación directa de drenajes ácidos de mina en el suelo ocasionando erosión y contaminación del suelo por metales pesados.
- Incremento de la turbidez del agua y alteración del lecho marino ocasionado por el carbón que cae de las barcazas en los puertos carboníferos de la costa Caribe
- Pérdida de depósitos cuaternarios de agua presentes en la Guajira y el Cesar, removidos por la minería a cielo abierto.
- Presencia de drenajes de mina con alta concentración de metales pesados y carácter ácido en varios paramos del país.
- Presencia de lodos con metales pesados producto de los procesos de neutralización y tratamiento de drenajes de mina
- Disminución de la diversidad microbiana del suelo y presencia de erosión en suelos impactados con drenajes de mina.

### 3.1.2.1.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

El impacto de la explotación ilícita de minerales, explícitamente de oro, sobre la calidad del recurso hídrico en el país ha sido devastador, debido al incremento de sedimentos en los ríos y ciénagas, así como al uso del mercurio durante el proceso productivo y la disposición final de los residuos. El mercurio (Hg) es el metal pesado que mayor impacto produce en la calidad de los ecosistemas y es una preocupación mundial por su efecto tóxico en la biota y la salud humana. La forma orgánica del mercurio (metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ )), afecta el crecimiento del feto daña la función cerebral y es especialmente preocupante porque se biomagnifica en la cadena trófica (Salazar-Camacho, Salas-Moreno, Marrugo-Madrid, Marrugo-Negrete, & Díez, 2017)

De acuerdo con el programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (UNEP) la explotación ilícita minerales y la minería artesanal son los sectores de mayor demanda mundial de mercurio, con un consumo promedio de 1.400 toneladas/año que en su mayoría se liberan a las fuentes hídricas (UNEP, 2009). Una vez liberado, el mercurio puede viajar largas distancias y persistir en ambientes donde circula entre el aire, el agua, los sedimentos, el suelo y los organismos vivos (USEPA, 2015). Según la Agencia de sustancias Tóxicas y enfermedades de los Estados Unidos el mercurio es el tercer elemento más tóxico para la vida en el planeta y solo es precedido por el arsénico y el plomo (Rice, Walker, Wu, Gillette, & Blough, 2014). Este metal puede aparecer en el ambiente por fenómenos naturales o actividades antrópicas afectando los ecosistemas y la salud humana (Demirel, 2016).

En Colombia, durante el proceso de beneficio del oro, los mineros informales utilizan la técnica de amalgamación con mercurio mientras que la gran minería realiza el proceso de beneficio con cianuro (Dirzo, Broadbent, Zambrano Almeyda, & Morales Barquero, 2012). La mala práctica de las comunidades mineras de recuperar el oro por quema de la amalgama a cielo abierto en los patios de sus casas y luego disponer los residuos contaminados en las fuentes hídricas ha generado un grave daño a la salud y al medio ambiente (Defensoría del Pueblo, 2016). Recientes estudios han reportado la presencia de mercurio por encima de los niveles permisibles en el agua en 17 departamentos y 80 municipios del país donde se realiza extracción de oro (Cordy et al., 2011; De Miguel, Clavijo, Ortega, & Gómez, 2014; García et al., 2015; Guerrero-Castilla,

Olivero-Verbel, & Marrugo-Negrete, 2014; Gutiérrez-Mosquera et al., 2018; José Marrugo-Negrete, Marrugo-Madrid, Pinedo-Hernández, Durango-Hernández, & Díez, 2016; Palacios-Torres, Caballero-Gallardo, & Olivero-Verbel, 2018; Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete, & Díez, 2015; Salazar-Camacho et al., 2017). Siendo el municipio de Segovia, Antioquia, la región con los mayores índices de contaminación por mercurio en el país y en el mundo.

Los cambios generados en la calidad del agua para los cuerpos que se encuentran en las zonas explotación ilícita minerales también son generados por la presencia de sólidos suspendidos. En las cuencas hidrográficas de caribe, pacífico, Orinoco y Amazonas se reportan altos niveles de sedimentación producto de la explotación ilegal de oro de aluvión y en algunos casos acompañados de metales como cadmio, plomo, mercurio por encima de los niveles permisibles por la legislación colombiana (Castellanos et al., 2017).

### 3.1.2.1.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

Ecosistema	Minería	Explotación ilícita de minerales	Referencia
<b>Bosque Andino</b>		En las minas de oro del distrito de San Martín de Loba y Hatillo de Loba (Bolívar) se encontraron altas concentraciones de mercurio en sedimentos cerca a los efluentes de las minas, con valores que indican contaminación extrema.	(Olivero-Verbel, Caballero-Gallardo, & Turizo-Tapia, 2015)
	En el norte de Antioquia se encontró que los vertimientos de una docena de unidades de producción de oro contenían arsénico, hierro, cadmio y plomo en niveles mayores a los permitidos por la normatividad colombiana, así mismo el 60% de las unidades de producción evaluadas presentaban valores de pH < 6,0 evidenciando la presencia de drenajes ácidos de mina.		(Ministerio de Minas y Energía, 2014)  (Dirzo et al., 2012)  (Ministerio de minas y energía et al., 2015)
	En Quinchia, Pueblo Rico y Marsella, departamento de Risaralda se caracterizaron los vertimientos derivados de actividades de extracción de materiales de río y por molienda dispuestos en fuentes superficiales de 4 sitios de extracción. Se registró que el parámetro de calidad más afectado fue sólidos suspendidos totales y en menor medida el pH y demanda química de oxígeno		(Agudelo Calderón, García-Ubaque, Robledo Martínez, García-Ubaque, & Quiroz-Arcentales, 2016)
	En la quebrada el Tirque, el río Sopaga, el río Gachaneca y la quebrada el Salvio que corresponden la cuenca del río Chicamocha en Boyacá se registró elevadas concentraciones de plomo, hierro y, en algunos casos, mercurio y aluminio por encima de los límites permisibles en zonas con influencia de actividades mineras.		(Agudelo Calderón et al., 2016)
		En la parte alta y media del río San Juan las dragas arrojan diariamente una carga de 4.400 toneladas de sólidos con niveles de mercurio que superan en más de 100 veces lo permitido por la legislación	(Contraloría General de la República, 2016)

Ecosistema	Minería	Explotación ilícita de minerales	Referencia
	<p>El Municipio de Buenos Aires Cauca, al norte del departamento, tiene alta actividad minería de oro de filón y aluvión sobre la microcuenca del Rio Teta, el cual desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Rio Cauca, alcanza una longitud de 32,56 km. El trabajo realizado por Chindicue M., E y Rivera N. 2017, mostraron que incumplían las normas para calidad fisicoquímica del agua, así mismo elevadas concentraciones de mercurio en la columna de agua, de otra parte, presenta elevadísimos valores de acumulación de mercurio en los sedimentos hasta por encima de las dos mil veces del valor permitido. En la actualidad se estudia procesos de Bioacumulación y Biomagnificación de mercurio y Metil Mercurio en la biota acuática y el posible impacto en la comunidad de trabajadores en esa región, según Convenio CRC _ Unicauca-Unicordoba. Proyecto en ejecución.</p>		<p>(Chindicue M.,E.,Rivera N. Universidad del Cauca 2017)  Torres-Rodríguez G.,A. et al 2019. CRC-Unicauca-Unicordoba)</p>
<b>Bosques inundables</b>		<p>En las cuencas hidrográficas de los ríos Orinoco y Amazonas se realiza constantemente extracción ilícita y la complejidad del problema se agudiza por que las barcas, dragas y maquinaria se mueven constantemente por los cuerpos de los ríos buscando los minerales y solo se quedan en un lugar cuando el volumen de oro es rentable (UNODC, 2016).</p>	<p>(Caballero et al., 2013)</p>
		<p>En los bosques inundables del río Inírida el beneficio del oro se realiza en las barcas y los residuos de mercurio son vertidos al curso hídrico que arrastra la contaminación por largas distancias. En esta región se han determinado niveles de mercurio superiores a los permitidos por la Organización Mundial de la Salud los cuales comienzan a afectar los distintos niveles de las cadenas tróficas</p>	<p>(Castellanos et al., 2017; Contraloría General de la República, 2016)</p>

**Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.**  
*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

<b>Ecosistema</b>	<b>Minería</b>	<b>Explotación ilícita de minerales</b>	<b>Referencia</b>
		Durante más de una década el municipio de Taraira en Vaupés fue el epicentro de la minería aurífera aluvial y posteriormente de veta en las serranías transfronterizas de dicho municipio. Tras el declive de la minería en Taraira, la técnica predilecta pasó a ser la extracción aluvial en los ríos y caños amazónicos, aunque aún subsiste una minería de baja intensidad en las serranías de Taraira en Vaupés y de Naquén en Guainía	(Rubiano 2014) (IDEAM, 2019)
		A la fecha, se ha detectado extracción ilegal de oro en los ríos Putumayo, Apaporis, Caquetá y Amazonas y en todas las cuencas se ha determinado la presencia de mercurio en agua y sedimentos	(AVINA & Internacional Tropenbos, 2011)
<b>Cuerpos de agua</b>		En sur de Bolívar, en los municipios de Zaragoza, El Bagre, Caucasia, Segovia y Montecristo y Santa Rosa del Sur se ha reportado explotación de oro de aluvión con el consecuente incremento de la turbidez del agua de las subcuencas de estos municipios.	(Castellanos et al., 2017)
		En las cercanías de las riberas del río Nechi y Man se han excavado cráteres de gran extensión y profundidad que se han llenado de aguas ácidas con altos contenidos de metales pesados	(Defensoría del Pueblo, 2016) (IEAP, 2011)
		En la ciénaga la Redonda en el sur de Bolívar que utiliza maquinaria pesada para la extracción ilegal de oro generando sedimentos que ya casi han colmatado la columna de agua.	(Defensoría del Pueblo, 2016).

**Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.**  
*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

Ecosistema	Minería	Explotación ilícita de minerales	Referencia
		La Ciénaga de Ayapel ha sido detectado mercurio en sus aguas y sedimentos, así como en sus afluentes conformados por la cuenca del río San Jorge y la subcuenca del río San Pedro y sus afluentes como la quebrada Aguas Claras; las quebradas Blanca, Grande, San Francisco, Can, San León; Escobillas, Quebradona y Trejos	(Defensoría del Pueblo, 2016).  (Jose Marrugo-Negrete, Benitez, Olivero-Verbel, Lans, & Gutierrez, 2010)
		En ciénaga de la Mojana también se analizaron los niveles de Hg en sedimentos afectados por minería de oro artesanal y de pequeña escala. Los resultados mostraron una mayor afectación por mercurio en estaciones donde se recibían descargas de áreas mineras	(Pinedo-Hernández et al., 2015)
		La Ciénaga de Quesada en el cauce del río Atrato está siendo colmatada por sedimentos producto de la explotación del material que contiene metales como oro, plata y platino. La explotación que se está llevando a cabo en este sector es ilegal y se percibe afectación al recurso agua, aire y suelo	(Defensoría del Pueblo, 2016).
		En Risaralda, específicamente en la laguna Samoa, se reporta un pH de 2,8 además, de altas concentraciones de cianuro. La quebrada aguas claras, en la zona de Miraflores presenta valores altos de mercurio generados por los vertimientos de 4 plantas de extracción ilícita. Por otro lado, la quebrada Juan Tapado, fuente receptora de vertimientos de minas suspendidas o cerradas, reporta altos valores de mercurio	(Ministerio de minas y energía et al., 2015)
	Incremento de la turbidez del agua y alteración del lecho marino ocasionado por el carbón que cae de las barcazas en los puertos carboníferos de la costa Caribe		

*Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.*  
*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

<b>Ecosistema</b>	<b>Minería</b>	<b>Explotación ilícita de minerales</b>	<b>Referencia</b>
<b>Paramos</b>	Los páramos son los ecosistemas donde proyectos mineros licenciados han ocasionado impactos severos sobre la calidad del agua. En Colombia se ha reportado presencia de drenajes ácidos en los páramos de: Santurbán (Santander), Pisba (Boyacá), Guerrero (Cundinamarca), Guanacas-Purace (Huila), Tota-mapache (Boyacá), Rabanal (Cundinamarca), Almorzadero (Santander), Guantiva (Santander) y Nevados (caldas y Quindio).		(Castellanos et al., 2017)
	En el páramo de Pisba (Boyacá), se han evidenciado drenajes ácidos de mina con un bajo pH y alto contenido de Al, Cd, Cu, Fe en la zona de influencia de las empresas Hunza Coal y Acerías paz de Rio.		(Güiza, 2013)
	En el complejo Paramuno el Rabanal (Cundinamarca), adicional a la presencia de drenajes de mina se ha reportado perdida de acuíferos debido a la minería subterránea y al consumo excesivo de agua durante el apagado de los hornos de coque.		(Güiza, 2013)
<b>Selva tropical</b>		En la cuenca del bajo Cauca y su tributario el río Nechi se ha evidenciado un aumento significativo en el transporte de sedimentos en los últimos 20 años debido a la extensiva minería de oro	(UNODC, 2016)
		En los municipios de Istmina, Medio San Juan, Nóvita, Condoto y Tadó, del departamento del Chocó, y en la parte sur de los municipios de Barbacoas y Magüi, del departamento de Nariño, en la cuenca del Patía se han evidenciado focos de alta generación de sedimentos producto de la explotación de oro de aluvión.	(UNODC, 2016)
<b>Bosques secos, matorrales y Desiertos</b>	En la parte alta de la cuenca caribe algunos depósitos cuaternarios de agua presentes en la Guajira y el Cesar han sido removidos por la minería a cielo abierto de las empresas Drummond, Cerrejón y Prodeco		(Salamanca, Morales, Montes, & Valencia, 2014)

#### 3.1.2.1.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

- Fomentar la educación ambiental en las áreas mineras que permita el cuidado y recuperación de la calidad del agua.
- Garantizar la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar la calidad del agua.
- Exigir a las empresas mineras la reparación, restauración y recuperación de los daños causados las fuentes hídricas.
- Exigir que las empresas mineras realicen estudios de prevención de drenajes de mina para que así puedan realizar planes de prevención y no solo de tratamiento.
- Fomentar la investigación en sistemas de tratamiento bio y nanotecnológico que permita remediar los drenajes de mina.

#### 3.1.2.1.6 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

Finalmente, cabe resaltar que la información sobre el impacto de la minería y la extracción ilícita de minerales en los sistemas hídricos es limitada. Se requiere un mayor número de evidencias con rigurosidad científica y objetiva, con análisis de causalidad para identificar los impactos ocasionados por las actividades de minería. No se encontró suficiente información en revistas científicas de alto impacto que presenten datos sobre, la determinación de metales pesados y su movilidad, cambio en parámetros fisicoquímicos como sólidos totales solubles, color, turbidez, oxígeno disuelto, así como eventuales efectos inciertos sobre el agua subterránea y acuíferos por inicio de actividades de extracción de diferentes tipos de minería.

Existe un vacío en información de calidad presentada por las universidades y centros de investigación que dentro de su misión se les ha encomendado disminuir las brechas de conocimiento en diferentes disciplinas. Se requiere una buena base de datos con información imparcial y con rigor científico, no solo en el tema que le compete al presente apartado sino en el posible impacto negativo o positivo de las actividades de extracción de minerales sobre diferentes recursos ambientales.

### **3.1.3 Aire**

#### 3.1.3.1 *Calidad de aire*

*Autor principal: Gomez, Santiago.*

##### 3.1.3.1.1 Descripción del tipo de impacto

De acuerdo con la Guía Minero Ambiental (Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Ambiente;, 2003) el impacto en el componente aire se asocia con aumento de material particulado y gases por actividades propias de construcción y operación mineras. Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humano. El impacto a la calidad de aire tiene entonces como referente los estándares de contaminantes criterio, que para el caso de Colombia están contenidos en la Resolución 2254 de 2017.

En términos de la valoración de los atributos que componen este impacto, puede indicarse que se trata de uno cuya intensidad está asociada con la cantidad de aporte que se haga a la calidad de aire existente en la zona, para lo cual la evaluación de impacto ambiental y los permisos de emisiones asociados con los procesos de licenciamiento ambiental deberán proveer la información por medio de herramientas técnicas como la modelación de dispersión.

En relación con la duración puede indicarse que el aumento de material particulado y gases tiene presencia durante todo el período de operación y cierre, sin embargo, la presencia de estos impactos en el largo plazo, por lo general de magnitudes inferiores a los de la operación, pueden presentarse sobre la calidad de aire por arrastre eólico en caso de mantener zonas sin revegetalizar o áreas descubiertas.

Debe señalarse que es un impacto presente en cualquier actividad minera producto de las emisiones, pero cuya magnitud final tiene asociados elementos como controles operacionales a la emisión, capacidad de dispersión de la atmósfera, presencia de receptores sensibles, entre otros aspectos. Este impacto tiene como atributo relevante que su capacidad de recuperación es alta porque una vez cesada la operación minera, cesan las emisiones (excepto para el caso de erosión eólica de áreas descubiertas anteriormente descritas) y por ende cesan los aportes a los niveles de calidad de aire.

Es importante aclarar que en este numeral sólo se están analizando condiciones ambientales de calidad de aire y no se consideran condiciones ocupacionales de calidad de aire.

#### 3.1.3.1.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

El impacto sobre la calidad de aire debe ser medido y para ello se cuenta con redes de monitoreo de calidad de aire. Debe hacerse la salvedad que los datos de calidad de aire no pueden relacionarse directamente con actividad minera, toda vez que un equipo de medición no diferencia entre fuentes, es decir, la calidad de aire medida en un sitio cualquiera será el resultado de múltiples fuentes que contribuyen a esa concentración de acuerdo con su tasa de emisión y las condiciones meteorológicas dominantes que implican que la emisión sea dispersada en la dirección del equipo de medición. Además de lo anterior, hay que señalar que las emisiones de material particulado y gases no son exclusivas de la actividad minera.

Las actividades antropogénicas típicas como circulación de vehículos tanto por vías pavimentadas como descubiertas generan emisiones de material particulado y gases, y son de especial interés en áreas rurales y centros poblados con ausencia de servicios públicos apropiados, las emisiones por quemaduras de basura y los incendios forestales (fuente natural de especial importancia para aportes de material particulado y gases). Igualmente, dado el interés en temas de salud, por lo general los sistemas de vigilancia de calidad de aire ubican sus estaciones al interior de centros poblados, por lo que las mediciones pueden estar altamente influenciadas por fuentes propias de los centros poblados donde se mide la calidad de aire.

El reporte más reciente del estado de la calidad de aire en Colombia corresponde al año 2017, (IDEAM, 2018) resalta el aumento del número de estaciones año a año, así como la presencia de sistemas de vigilancia de calidad de aire (SVCA) en zonas mineras como es el caso de La Guajira, El Cesar, Antioquia y Boyacá con un mayor número de estaciones dedicadas a la medición de material particulado (PM10 y PM2.5). Llama la atención que sólo se encuentran acreditadas ante

el IDEAM los SVCA de Corpocesar y Corpoguajira, zonas asociadas con minería de carbón al cielo abierto.

Los análisis de los datos de calidad de aire de PM10 para el año 2017 (IDEAM, 2018) muestran tendencias similares para las diferentes redes de monitoreo disponibles lo que no sugiere condiciones particulares de impacto a la calidad de aire para aquellas zonas donde hay actividad minera. El análisis ratifica además el concepto de que en los grandes centros urbanos se presentan concentraciones más altas que en aquellos lugares en los que puede realizarse una asociación con la actividad minera. De otro lado los análisis de eventos en las redes en las cuales tradicionalmente se asocian actividades mineras, La Guajira y Cesar, las concentraciones más altas están relacionadas con meses de verano y con eventos propios de dicha época como los incendios forestales.

Este escenario de estado de la calidad de aire, y su posible relación con la minería, es consecuente con otras publicaciones oficiales, toda vez que en el Informe sobre el estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2017-2018 (Contraloría General de la República, 2018) el tema de calidad de aire no fue incorporado en el reporte.

En el caso de la magnitud del impacto sobre la calidad de aire en el caso de minería de oro existe un reporte en la zona de Segovia, Antioquia (Cordy, y otros, 2013) donde el beneficio artesanal ocasiona concentraciones de mercurio que afectan no sólo a los operarios sino a la población en general con valores que superan el estándar normativo vigente.

Para el caso de la minería de carbón el caso del Cesar, un análisis de modelación regional que involucra las fuentes mineras y no mineras de la zona minera del centro del Cesar muestra que las emisiones mineras (Golder Associates, 2016) contribuyen sólo hasta el 23% del valor medido en las estaciones de calidad de aire y que las vías públicas y las actividades al interior de los centros poblados son las responsables de más del 60% de los aportes. Esta condición puede ser corroborada por los reportes anuales de ICA (Informes de cumplimiento Ambiental) de las empresas mineras. En el caso de la Guajira y Cerromatoso (CMSA), si bien no existe un modelo regional, los reportes de modelación de ICA indican que los aportes en las estaciones de monitoreo de calidad de aire<sup>2</sup> son de hasta el 20% del valor total medido en el mayor de los casos. Los mismos reportes del ICA, con sus GDB asociadas, presentan isopletras de concentración que permiten identificar como zonas de influencia e interés por aportes a la calidad de aire las zonas aledañas a las minas y que por lo general en la dirección viento abajo no se extienden más de 2 km de las operaciones.

La identificación de los aportes pone de manifiesto otro aspecto de vital importancia en el tema de calidad de aire asociado con las actividades mineras, donde los centros poblados en zonas aledañas, dada su precaria infraestructura vial y de servicios públicos, si bien no reciben el impacto directo de las emisiones de las operaciones mineras, se ven avocados a niveles de calidad de aire que en algunos casos superan los estándares establecidos por la Res 2254/17.

Al igual que en el caso de los análisis de efectos en salud, en el caso de los impactos a la calidad de aire, la aproximación desde niveles totales de concentración medida sin considerar los efectos específicos procedentes de la actividad minera, no proveen un marco apropiado para discernir los

---

<sup>2</sup> En el caso de CMSA en ausencia de información de SVCA de la CVS, CMSA opera su SVCAI desde hace más de 10 años.

orígenes de los problemas y por ende priorizar estrategias de gestión de alta efectividad y bajo costo de implementación.

#### 3.1.3.1.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

No existen estudios específicos sobre efectos a la calidad de aire producto de actividades de explotación ilícita de minerales. Como ya señaló Cordy *et al.* (2013) el manejo inapropiado de ciertas actividades puede conducir a niveles de exposición a la población que ampliamente superan los estándares de calidad de aire.

#### 3.1.3.1.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

Como se señaló en numerales anteriores, cuando se relacionan impactos a la calidad de aire producto de las operaciones mineras, establecidos por medio de herramientas de simulación tal y como se aprecia en los ICA presentados, los impactos viento abajo se circunscriben por regla general hasta 2 km viento abajo de los perímetros de la operación. Por esta razón puede afirmarse que el impacto es particular en el ecosistema en el cual se desarrolla la actividad minera específica y no puede hablarse de un impacto generalizado sobre un ecosistema en particular.

#### 3.1.3.1.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

La principal orientación del modelo de gestión actual relacionado con la actividad minera y su impacto sobre la calidad de aire tiene que ver con la reformulación de las herramientas de control y vigilancia asociadas con las operaciones mineras y su articulación con los sistemas de vigilancia de calidad de aire de las redes oficiales. Se requiere, entre otros elementos:

- Que las operaciones mineras dispongan de sistemas de monitoreo de calidad de aire perimetrales a sus operaciones, y que dichos sistemas actúen como redes de control operacional que les permitan tomar decisiones de gestión y control en el caso de observar aportes significativos a la calidad de aire, en especial hacia los receptores sensibles ubicados en su área de influencia.
- Que en el caso de las redes oficiales se adelanten estudios tendientes a precisar cuáles son los aportes de las diferentes fuentes en la zona, con el fin de formular planes de mejora de calidad de aire efectivos, para ello se recomienda:
  - El desarrollo de inventarios de emisión regionales
  - La corrida de modelos de dispersión regionales que agrupen las fuentes más relevantes de la zona
  - Que se identifiquen las concentraciones de fondo
  - Que se analicen efectos naturales de alto impacto como los incendios forestales
- Que las autoridades ambientales locales y nacionales promuevan planes de socialización y comunicación amplios que permitan aclarar cuáles son los niveles de calidad de aire, sus orígenes y se definan estrategias de mejoramiento que involucren a los diferentes actores en función de su contribución al problema.

#### 3.1.3.1.6 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

El análisis de la información de licenciamiento y/o permisos ambientales por proyecto, sin disponer de una base consolidada de información puede conducir a aprobaciones y autorizaciones que, sumadas a las condiciones actuales, originen niveles de calidad de aire que superen los estándares vigentes. Es necesario que las autoridades ambientales refuercen el concepto de evaluación regional, para ello se requiere:

- Diseño de sistemas de información que aglutinen y relacionen la información de calidad de aire, emisiones y meteorología.
- Capacitación y formación específica en contaminación atmosférica.
- Centralización de la información para proveer el marco de información base para el desarrollo de los estudios particulares que competen a cada uno de los actores que tiene interés en licencias y/o permisos ambientales.
- Desarrollo de estrategias de comunicaciones que permitan un flujo de información hacia actores y sectores de interés.

### 3.1.4 Biodiversidad y servicios ecosistémicos

#### 3.1.4.1 *Impactos en la Biodiversidad y los Ecosistemas*

*Autor principal: Valencia, Amilcar; Madriñan; Luis; Hector González.*

##### 3.1.4.1.1 Descripción del tipo de impacto

La afectación de la biodiversidad y los ecosistemas constituye un impacto agregado que involucra una serie de afectaciones sobre los sistemas naturales, que alteran el normal desarrollo de los mismos y que inciden en los servicios que éste presta. Las actividades de extracción de minerales generan la: alteración de la superficie por los caminos de acceso, fosas de prueba (en etapa de exploración), la emisión de material particulado proveniente de la perforación y excavación, la alteración del suelo y la vegetación, ríos, drenajes y reservas forestales, y el cambio en el relieve y en el paisaje.

Los cambios en el paisaje están asociados a la alteración y disminución de sus componentes naturales en el área de explotación y escombreras. Se forman depresiones y excavaciones donde ocurren deslizamientos, movimientos de masas y formación de nuevos relieves, alteración del color, rotura de la cuenca visual, focalización de la percepción en la mina en detrimento de otros puntos. Los cambios serán intensos, localizados, permanentes e irreversibles en gran parte (Hernández-Jatib, Ulloa-Carcasés, Almager-Carmenate, & Rosario-Ferrer, 2014).

Los impactos directos a la biodiversidad y los ecosistemas por la minería son la eliminación definitiva de coberturas vegetales de diferente tipo, que son por su condición biológica un hábitat de especies del tipo mamíferos, aves, anfibios y reptiles que dependen de las plantas para su subsistencia. El segundo factor perturbado y en algunos eliminado mas no recuperado es el suelo. La pérdida de suelo en zonas mineras a cielo abierto, de socavón o de aluvión permite procesos de erosión que reducen la productividad, la estabilidad ambiental en especial la vegetal e impactan la regulación hídrica tanto en ecosistemas como a nivel de las unidades geográficas de cuencas.

#### 3.1.4.1.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

No se encontró información específica a nivel nacional para este análisis en relación con actividades mineras legales, siendo casi la totalidad orientada a los impactos de la extracción ilícita de minerales. Por lo anterior, los principales impactos serán abordados en el siguiente ítem.

Respecto a actividades mineras legales, se encuentra en la literatura y en informes ambientales, lo reportado por una empresa minera de carbón de gran escala en La Guajira, en la que se muestran impactos positivos mediante un paulatino enriquecimiento de especies en los sitios de monitoreo permanente de la operación minera (Báez & Trujillo, 2014).

A pesar de que la cuenca media del río Ranchería alberga la actividad minera desde hace más de tres décadas, aún persiste una conectividad y áreas núcleos importantes en el sistema, lo cual se evidencia tanto en las métricas de paisaje evaluadas como en los resultados de los monitoreos de fauna.

Es de anotar que, para una de las mayores operaciones mineras del país, la riqueza de especies de vertebrados terrestres dentro del complejo minero muestra la importancia del valle del río Ranchería como zona de conexión entre la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta. Esta ubicación y la influencia de la zona seca de La Guajira le dan características de heterogeneidad espacial muy particulares que derivan en alta riqueza de especies.

El valle dentro del complejo minero, cuenta con ambientes heterogéneos, que van desde bosques de galería hasta grandes extensiones de vegetación xerofítica, que lo constituyen en una zona muy diversa en especies, de tal forma que cada localidad de monitoreo tiene fisonomía, condiciones de ubicación y tensores ambientales muy diferentes, que entre sí afectan el ensamblaje de vertebrados terrestres. Este ensamblaje se estructura de acuerdo a los requerimientos particulares de las especies que lo conforman en cuanto al tipo de hábitat, lo cual se observa en la poca similitud entre localidades. Por esta razón ha resultado importante el mantenimiento de la conectividad paisajística para que se conserve la riqueza de especies que aporta cada zona en particular al sistema biológico de la cuenca media del río Ranchería (Báez & Trujillo, 2014).

Según los monitoreos de vertebrados terrestres realizados, el sector medio del río Ranchería presenta la mayor riqueza de especies del sistema. En esta zona existe una porción de bosque remanente con un área núcleo de dimensión importante inmersa entre la zona de explotación minera y cuenta con una alta probabilidad de conectividad; esto le confiere un valor importante como área de concentración y paso de fauna y junto al área de Rehabilitación son los sitios con mayor número de especies únicas. Cabe resaltar que dentro de estas especies se encuentran algunas con alto valor de conservación ya sea por su categoría de amenaza, hábito migratorio o uso, tales como *Panthera onca* (jaguar), *Puma concolor* (puma), *Pecari tajacu* (zaino), *Anas discor* (barraquete), *Trigrisoma lineatum* (vaco colorado), entre otros.

Por lo anterior, los impactos serán abordados en el siguiente ítem.

#### 3.1.4.1.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

“Las áreas deforestadas a causa de la minería ilegal es uno de los temas más coyunturales en lo que respecta a la deforestación en Colombia. Esta actividad ha tenido graves efectos para el medio ambiente en regiones del Pacífico, Amazonia y Magdalena Medio. Entre 1990 y 2010 fueron deforestadas en promedio 310.349 hectáreas al año de bosque. Esto significa que en una década

Colombia perdió 6.206.00 hectáreas de bosque, es decir 5,4% de la superficie del país” (Wikipedia, 2018).

Según lo mencionado por Parques Nacionales Naturales, en los últimos dos años, se han detectado once casos de explotaciones mineras ilegales en inmediación de los parques naturales de Tatamá, Puracé, Farallones de Cali, Puinawai, selva de Florencia y, el Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos. Los principales minerales extraídos allí son el oro y los materiales de construcción.

El complejo de páramos de Rabanal y río Bogotá se ubica en el denominado altiplano Cundiboyacense, entre los municipios de Samacá y Ventaquemada (Boyacá) y Villapinzón, Guachetá y Lenguazaque (Cundinamarca), principalmente. En este complejo paramuno los principales impactos por la actividad minera son las afectaciones a las aguas subterráneas ocasionadas por los túneles, que alcanzan trayectorias de varios kilómetros y profundidades (Guíza-Suárez, 2011).

Según el IDEAM (2018) en el Décimo tercer boletín que corresponde a las Alertas Tempranas de Deforestación (AT-D) detectadas entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre de 2017, para el cuarto trimestre de 2017 se detectaron ocho (8) núcleos activos de deforestación, gestadas por actividades de cultivos ilícitos, agricultura, ganadería, extracción de madera y minería. El núcleo principal se localiza en el departamento del Caquetá, entre los ríos Yarí y Caguán, seguido por las áreas cercanas al río Caquetá y al municipio de Puerto Leguizamó haciendo parte del núcleo 2 de las AT-D.

Para la región del Pacífico se detectó una alerta en el municipio Río Quito principalmente. En la Amazonía se detectó un núcleo en el lado oriental de la vía Puerto Asís – Villa Garzón, en la Orinoquia se detectó un núcleo en el departamento del Meta (municipios de La Uribe y Mesetas. Al Sur- occidente del departamento de Antioquia se identificaron alertas en los municipios de Dabeiba, Frontino y Urrao. Se identificó un núcleo en el área de la vía Marginal de la Selva, principalmente en los municipios de San José del Guaviare y Calamar. En la región Andina se identificó el núcleo persistente del municipio del Tibú (Norte de Santander). Todos estos en alguna medida afectados por actividades extractivas ilegales.

La Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2016) Colombia presenta la EVOA que es una metodología basada en sensores remotos orientada a detección nacional de las evidencias de explotación de oro de aluvión (EVOA), integración de información y construcción del marco geográfico para la caracterización del fenómeno de los daños ocasionados por la minería ilícita, en detrimento de los ecosistemas. Este estudio demuestra que la explotación de oro de aluvión es uno de los principales motores de pérdida de coberturas en Colombia. La pérdida total de coberturas de alto valor ambiental asociada a las actividades de explotación de oro de aluvión fue de 24.450 ha para el año 2014 y se concentró en Chocó (77%), uno de los hotspots de biodiversidad más importantes del mundo; se destaca que el 51% del área nacional de EVOA se concentra en las subcuencas de los ríos Quito, Bajo Nechí, Directos Bajo Nechí y Tamaná - Directos San Juan.

Esta identificado que en presencia de terrenos de Parques Nacionales Naturales y de Reservas existe la extracción ilícita de minerales que genera una remoción de suelo y pérdida de coberturas de alto valor ambiental por actividades de explotación de aluvión, de zonas de bosques de galería

y bosques riparios, importantes en la conectividad y hábitat de diferentes especies animales y vegetales.

La pérdida total de coberturas (bosque natural y otros tipos de Coberturas de la Tierra como vegetación secundaria) de alto valor ambiental asociada a las actividades de explotación de oro de aluvión para 2014 fue de 24.450 ha, es decir, la tasa mensual total de pérdida de coberturas de interés ambiental asociadas al fenómeno fue de 2.038 ha.

El panorama se oscurece un poco más al considerar la pérdida de cobertura de vegetación secundaria o en proceso de sucesión vegetal, con una pérdida de cobertura de 21.768 ha, que representan una tasa mensual de pérdida de 1.814 ha, de las cuales 1.378 ha se pierden en Chocó, que se ubica en el corredor biogeográfico (Norte – Suramérica), una de las 10 zonas megadiversas del mundo con varios endemismos, ecosistemas estratégicos para la conservación de la oferta hídrica, y cientos de especies de flora y fauna que actualmente están incluidas en los libros rojos de especies en peligro.

Es de especial reflexión nacional la tasa de pérdida de bosques naturales por esta actividad para el periodo 2013-2014, que reporta 223 ha de bosques eliminados mensualmente, y de las cuales 192 ha se localizan en el Chocó. El 55% de la pérdida de coberturas de alto valor ambiental (bosque natural y otros tipos de Coberturas de la Tierra como vegetación secundaria) se concentra en jurisdicción de los Consejos comunitarios Mayor del Medio Atrato Acia, Mayor del municipio Condoto e Iró, Istmina y parte del medio San Juan, Mayor del Cantón San Pablo ACISANP, Acadesán y Mayor de Nóvita (IDEAM, IDEAM. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono, 2015).

De acuerdo con Sotelo, 2014 e Instituto de Estudios Regionales -INER, (INER, 2004), manifiestan que “La minería aurífera en el Bajo Cauca es heterogénea, donde se presenta la minería legal y la gran mayoría en actividad minera ilegalidad, la cual está localizada en los municipios de Zaragoza, El Bagre, Nechí, Caucasia, Cáceres y Tarazá, y el 41,7 % de su área total corresponde al sistema hidrográfico integrado por los ríos Aburrá, Grande, Porce, Nechí y Cauca. Es el eje articulador de la vida silvestre en esta región del país y de culturas anfibias. Los municipios de Nechí y El Bagre se encuentran en la zona de influencia de la Gran Mojana, y Caucasia, regiones con presencia de ecosistemas estratégicos para conservación y conectividad ecológica.

### **3.1.4.2 Impactos sobre biota acuática**

*Autor principal: Valencia, Amilcar; Madriñan; Luis; Hector González.*

#### **3.1.4.2.1 Descripción del tipo de impacto**

Los impactos ambientales más representativos sobre el recurso hídrico se relacionan con la contaminación química, el aumento de sedimentos, el incremento de turbidez, la disminución de caudales y la alteración del curso (López-Sánchez, López-Sánchez, & Medina, 2017).

La transformación de las fuentes de agua puede darse por dos vías la primera de ellas es la generación de volúmenes de drenajes que pueden ser ácidos, neutros o fuertemente básicos (INAP, 2011). Incluso pueden ser radioactivos, corrosivos y/o tóxicos (Nordstrom, Blowes, & Ptacek, 2015). El principal problema de los drenajes de mina es la alta concentración de metales que pueden alcanzar cientos de mg por litro. Estos metales, en algunos casos pesados, pueden tener un impacto

negativo sobre la salud humana, si sobrepasan los niveles máximos permitidos, y sobre las plantas y los animales debido a la perturbación severa en sus procesos bioquímicos. Cuando los drenajes son vertidos en la superficie sin sus debidas acciones de control y manejo, destruyen la capa vegetal, erosionan el suelo y contaminan los cauces de los ríos eliminando los organismos bentónicos e interrumpiendo la cadena trófica (Johnson & Hallberg, 2005). Además, los valores bajos de pH incrementan la concentración de sólidos disueltos y suspendidos totales lo que puede también afectar las fuentes de agua subterránea (Alhamed & Wohnlich, 2014) (Tiwary, 2001).

Una segunda vía de contaminación del agua por los procesos mineros es cuando se utiliza durante las operaciones o beneficios mineros. Esta agua al entrar en contacto con los minerales extraídos, los estériles o los relaves termina convirtiéndose en drenajes ácidos, aguas con altos contenidos de sales y en algunos casos como en los procesos del oro termina contaminada con mercurio y/o cianuro. Este problema se agrava por la presencia de minas abandonadas cerca de otras minas en explotación, ya que el agua las recorre fácilmente y luego al desembocar en cursos de aguas limpias la contaminación acaba diseminándose (Contraloría General de la República, 2014).

#### 3.1.4.2.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

En Colombia, se han detectado drenajes ácidos en algunos distritos mineros y en los últimos años se ha intentado caracterizarlos en algunas regiones de explotación de oro y carbón dejando de lado la minería de piedras preciosas. En los estudios realizados por (MINMINAS, UPME, & U. Córdoba, 2015) sobre la calidad de los drenajes en varias regiones del país se ha encontrado en algunos casos concentraciones superiores a las establecidas por la legislación colombiana (Resolución 631 de 2015); también, se encontró que los contaminantes pueden ser diluidos al tener contacto con los ecosistemas debido a que tienen como sumideros los sedimentos y el material biológico presente en los cuerpos receptores.

#### Minería de Oro

En la cuenca hidrográfica del caribe se reportan altos niveles de sedimentación producto de la explotación ilegal de oro de aluvión especialmente al norte del departamento del Chocó en los municipios del Medio Atrato, Río Quito, Cantón de San Pablo y Unión Panamericana, de la cuenca Atrato-Darién; además, en esta región se ha reportado la presencia de metales como cadmio, plomo, mercurio en fuentes de agua por encima de los niveles permisibles, siendo el río Quito la subzona con mayor afectación por vertimientos de mercurio asociados al beneficio de oro y con altas presiones por carga de vertimiento de sedimentos (IDEAM, Estudio Nacional del Agua 2014, 2015). En este río la explotación de oro de aluvión ha incrementado en los últimos diez años fragmentando su curso, desviando su cauce, y provocando inundaciones por la destrucción de sus meandros (UNODC, 2016).

Para el caso específico de Colombia, el enfoque de estudio sobre los efectos de la minería aurífera en la biota acuática se ha centrado en el riesgo de la bioacumulación en la cadena trófica con un particular énfasis en aquellas interacciones que pueden afectar la salud humana. Por ejemplo, se destacan los estudios de Marrugo-Negrete *et al.* (2008), (Marrugo-Negrete, Benítez, Olivero-Verbel, Lans, & Gutierrez (2010) y Olivero-Verbel, Caballero-Gallardo, & Turizo-Tapia (2015), en las ciénagas de Ayapel y otras zonas del Norte del país, donde las concentraciones de mercurio total en diferentes compartimientos del sistema directamente relacionados con las especies pesqueras, se encuentra entre 3-4 veces mayores a las halladas en sistemas acuáticos naturales.

Estos estudios también revelan que la distribución espacial y temporal de MeHg en los sistemas acuáticos se encuentra estrechamente relacionada con el pulso de inundación y la vegetación acuática, en particular especies flotantes como *Eichhornia crassipes* (buchón).

Respecto a la ictiofauna y las características del hábitat en humedales de la cuenca media del Atrato, específicamente en los complejos cenagosos de Sanceno y Puné, departamento de Chocó, los resultados indican que la mayoría de las variables físicas y químicas son afectadas por el aumento de sedimentos generados por la actividad minera, alterando así la dinámica fisicoquímica del ecosistema acuático (Lagarejo, 2015). De las especies de peces evaluadas, cinco (5) mostraron algún grado de correlación con variables ambientales tales como oxígeno disuelto, pH, nitratos y nitritos, sugiriendo su respuesta a los cambios en la calidad fisicoquímica del agua producto de actividades de extracción de oro (Lagarejo, 2015).

Sin embargo, un alto porcentaje de especies (70,5%) no responden a los cambios en las condiciones fisicoquímicas de las ciénagas, indicando un posible nivel alto de tolerancia de los peces a cambios en las condiciones ambientales (Lagarejo, 2015). No obstante, esta falta de respuesta de los peces a las nuevas condiciones fisicoquímicas de las ciénagas sometidas a minería aurífera podría tener otra interpretación. Por ejemplo, es posible que otras variables ambientales no cuantificadas y que se relacionan directamente con la ictiofauna y la biota acuática en general (e.g., alteración del tipo y composición del sustrato, pérdida de cobertura riparia), hayan sido impactadas por la actividad minera y, en consecuencia, afecten negativamente a las comunidades acuáticas.

Por otro lado, el estudio de Córdoba *et al.* (2016) sobre la ictiofauna en el río Purnio, cuenca del Magdalena, en localidades con explotación de oro y de extracción de material de arrastre para la construcción muestran que la riqueza de especies y los valores de índices de diversidad en áreas de minería no fueron diferentes en comparación con áreas de bosque y de manejo silvopastoril. Sin embargo, las zonas de minería presentan mayores valores de dominancia por especies tolerantes a condiciones de disturbio (Córdoba *et al.* 2016).

En otro estudio desarrollado por Villada-Bedoya *et al.* (2017), sobre la influencia de la actividad minera de oro a pequeña escala sobre la estructura comunitaria de insectos acuáticos, no presentan diferencias en la estructura de comunidades de insectos acuáticos en comparación con áreas sin afectación (Villada-Bedoya *et al.* 2017). La falta de respuesta por parte de los invertebrados a las actividades mineras podría sin embargo estar relacionado con que actividades de extracción de oro a pequeña escala presentan épocas de inactividad durante el año y no utilizan maquinaria pesada (Villada-Bedoya *et al.* 2017).

Otros impactos sobre la biota acuática asociados a la minería aurífera en zonas tropicales, se derivan de la fragmentación de hábitat lo cual interfiere con patrones de conectividad y el aporte excesivo de material fino sedimentario y alteración del hábitat generado por obras de dragado y lavado (Mol & Ouboter, 2004). El acrecimiento de material fino sedimentario interfiere con distintas dinámicas naturales de los sistemas fluviales y cenagosos como el aumento en los procesos de deriva de algunos macroinvertebrados bentónicos, la reducción en la claridad del agua y su asociada productividad primaria, la reducción en la diversidad de peces y macroinvertebrados y cambios en los ciclos biogeoquímicos (Mol & Ouboter, 2004).

Es importante mencionar que, en buena parte de los trabajos consultados, el efecto ‘puro’ de la minería sobre la biota (i.e., aquel efecto originado únicamente por la actividad minera o su

interacción con otras fuentes de disturbio) no fue detectado o cuantificado de forma explícita. Esto se debe a que los estudios se desarrollaron en áreas donde ya había intervención humana al momento de iniciar la extracción mineral o en localidades donde la minería se desarrolla en conjunto con actividades agropecuarias (ej. ganadería, agricultura, cultivos extensivos; Córdoba *et al.* 2016; Villada-Bedoya *et al.* 2017) que pueden también impactar negativamente a los organismos acuáticos (Blann, Anderson, Sands, & Vondracek, 2009).

Igualmente, los trabajos que avalúan los efectos de la extracción de oro sobre el hábitat y la biota no definen claramente el tipo de extracción (ilegal o legal) bajo estudio o no tienen por objetivo compararlos. Por lo tanto, consideramos que con base en la información disponible no es posible concluir con objetividad cuál tipo de minería causa efectos más adversos sobre el componente biótico de los sistemas acuáticos. Sin embargo, debido a los procesos de licenciamiento ambiental y la posterior fase de seguimiento por parte de las autoridades ambientales, se esperaría que los efectos de la minería legal fuesen menos pronunciados, pero resaltamos que esto debe ser explorado en futuros estudios.

### Minería de Carbón

Para la minería de carbón no encontramos literatura que abordara de manera detallada o directa los efectos de esta actividad sobre el componente hidrobiológico en Colombia. Son conocidos por la literatura algunos impactos sobre la hidrobiología, pero no se encontraron estudios en Colombia que pudieran ofrecer alguna cuantificación de dicho impacto.

#### 3.1.4.2.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

Tal como se menciona en el aparte anterior, en los estudios encontrados sobre este impacto, no se expresa con precisión si la fuente de los impactos procede de una operación minera legal, o una extracción ilícita de minerales; por esta razón no es posible separar la responsabilidad de los impactos mencionados en el ítem anterior.

#### 3.1.4.2.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

La cuenca media del Atrato, específicamente en el complejo cenagoso de Sanceno se presentan bajos valores de oxígeno disuelto que, según el autor del estudio, pueden estar relacionados con la actividad minera (Bosman, 2009). Por otra parte, los nitratos que suelen no ser un indicador de contaminación por actividades mineras, presenta valores de 0,91 y 1,04 mg/L (Lagarejo, 2015).

En la cuenca Magdalena-Cauca se ha evidenciado un aumento significativo en el transporte de sedimentos en los últimos 20 años debido a la deforestación, al aumento de la frontera agrícola y la extensiva minería de oro en el bajo Cauca y su tributario el río Nechi (UNODC, 2016).

La cuenca hidrográfica Magdalena-Cauca ha sufrido un fuerte impacto ambiental por el uso del mercurio y en algunos casos de cianuro durante el proceso de beneficio de oro. Asimismo, esta cuenca recibe los vertimientos del sur del de Bolívar y el norte de Antioquia donde se localizan cerca de 12.000 explotaciones de oro que aportan al ambiente un promedio de 80 a 100 toneladas de mercurio al año (Olivero-Verbel & Johnson-Restrepo, 2014). Esta problemática está acabando con la ciénaga de La Redonda en el sur de Bolívar que utiliza maquinaria pesada para la extracción ilegal generando sedimentos que ya casi han colmatado la columna de agua.

De igual manera, se ha visto impactada la Ciénaga de Ayapel con el agravante de que ha sido detectado mercurio en sus aguas y sedimentos, así como en sus afluentes conformados por la cuenca del río San Jorge y la subcuenca del río San Pedro y sus afluentes como la quebrada Aguas Claras; las quebradas Blanca, Grande, San Francisco, Can, San León; Escobillas, Quebradona y Trejos (Defensoría del Pueblo, 2016).

En las minas de oro del distrito de San Martín de Loba y Hatillo de Loba (Bolívar) se encontraron altas concentraciones de mercurio en sedimentos cerca a los efluentes de las minas, con valores que indican contaminación extrema (Olivero-Verbel, Caballero-Gallardo, & Turizo-Tapia, 2015). En la cuenca hidrográfica del río Cauca específicamente en ciénaga de la Mojana también se analizaron los niveles de Hg en sedimentos afectados por minería de oro artesanal y de pequeña escala; los resultados mostraron una mayor afectación por mercurio en estaciones donde se recibían descargas de áreas mineras. A partir de un proceso de especiación se determinó que el mercurio en sedimentos se encuentra principalmente como mercurio orgánico (48%), seguido de mercurio elemental unido a compuestos amorfos como Fe/Mn (26%) y otra fracción unida a sulfuros (19%) (Pinedo-Hernández, Marrugo-Negrete, & Díez, 2015).

En cuanto a otros metales pesados reportados, en los estudios realizados en el 2015 por el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero-Energética y la Universidad de Córdoba, se encontró que los vertimientos de cerca de una docena de unidades de producción de oro del norte de Antioquia contenían arsénico, hierro, cadmio y plomo en niveles mayores a los permitidos por la normatividad colombiana, así mismo el 60% de las unidades de producción evaluadas presentaban valores de pH < 6,0 evidenciando la presencia de drenajes ácidos de mina.

En la zona sur de la cuenca magdalena-Cauca, particularmente en los municipios del Tambo y Buenos aires (Cauca) la minería aurífera artesanal y de pequeña escala de filón dispone en las quebradas aledañas desde 3,7 hasta 10,5 g Hg/g de oro recuperado (Cortes Landazury & Gómez Sánchez, 2016).

La cuenca Magdalena-Cauca también recibe los vertimientos del distrito minero de carbón Zipa-Samacá en el centro del país. En esta región se ha estimado que se generan cerca de 74,000 m<sup>3</sup> al mes con valores de pH entre 3.0 y 8.0 y concentraciones de sulfato hasta de 4,000 mg/L, afectando directamente la laguna de Fúquene donde nace el río Suarez que desemboca en el río Sogamoso (Fenalcarbón, 2006). En estudios previos en el municipio de Samacá se encontraron vertimientos mineros con pH entre 2,7 hasta 7,8 con una mayoría de muestras ácidas que incluyen arroyos cercanos a las minas y en el río Samacá (Pardo & Gonzales, 2011).

En zonas de influencia de minería de oro en Risaralda, específicamente en la laguna Samoa, se reporta un pH de 2,8 además, de altas concentraciones de cianuro (2,77 mg CN/L). Dichos resultados se presentaron solo en una campaña de muestreo. La quebrada aguas claras, en la zona de Miraflores presenta valores altos de mercurio (13,6 µg/L) generados por los vertimientos de 4 plantas de extracción ilícita. Por otro lado, la quebrada Juan Tapado, fuente receptora de vertimientos de minas suspendidas o cerradas, reporta valores de mercurio (5,36 y 6,55 µg/L) a 100 metros aguas debajo de los puntos de vertido (UTP, 2017b).

En el área hidrográfica del Pacífico se han evidenciado dos focos de alta generación de sedimentos producto de la explotación de oro de aluvión. El primero en los municipios de Istmina, Medio San Juan, Nóvita, Condoto y Tadó, del departamento del Chocó, y el segundo en la parte sur de los

municipios de Barbacoas y Magüi, del departamento de Nariño, en la cuenca del Patía (UNODC, 2016). En estas regiones la minería se practicaba por barequeo, pero actualmente se han introducido dragas, motobombas y retroexcavadoras que han alterado con sedimentos las aguas del río Atrato y zonas aledañas a las ciénagas (IIAP, 2011). La Ciénaga de Quesada por el cauce del río Atrato está siendo colmatada por sedimentos producto de la explotación del material que contiene metales como oro, plata y platino. La explotación que se está llevando a cabo en este sector es ilegal y se percibe afectación al recurso agua, aire y suelo (Defensoría del Pueblo, 2016).

La actividad de extracción ilícita ha tenido un impacto significativo en la cuenca hidrográfica del pacífico especialmente en la parte alta y media del río San Juan donde las dragas arrojan diariamente una carga de 4.400 toneladas de sólidos con niveles de mercurio que superan en más de 100 veces lo permitido por la legislación (Braham & Moreno, 2013). En estos sitios de extracción ilícita se ha evidenciado uso de mercurio y cianuro durante el beneficio del oro, así como aguas cargadas de sedimentos y falta de sistemas de tratamiento de vertimientos domésticos en las minas (MINMINAS, UPME, & U. Córdoba, 2015).

#### 3.1.4.2.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

Sin duda la priorización de atención respecto a la evidencia encontrada la tiene la extracción de oro, y en particular la de oro aluvial, dados los niveles de impactos detectados en las áreas donde se realiza este tipo de extracción.

Si bien en los documentos que realizan evaluaciones sobre los impactos de las extracciones de oro no precisan si el origen proviene de una actividad lícita o ilícita, dado el nivel de ilegalidad que presenta la extracción de oro en el país, que alcanza el 86.7% (Según Censo Minero del Ministerio de Minas del año 2012) se deduce que la mayoría de impactos identificados provienen de extracciones ilícitas.

#### 3.1.4.3 *Disponibilidad agua*

*Autor principal: Valencia, Amilcar.*

##### 3.1.4.3.1 Descripción del tipo de impacto

Uno de los servicios ecosistémicos más importantes, en el marco de los catalogados como de “aprovisionamiento”, es la disponibilidad de recurso hídrico la cual no solo representa un servicio directo en sí mismo para el ser humano y en general para todos los seres vivos, sino que también provee beneficios indirectos a otros servicios ecosistémicos como la provisión de alimentos, la generación de energía, la recreación, entre muchos otros.

Las diferentes actividades mineras requieren el uso del recurso hídrico para sus operaciones, existiendo la posibilidad de generar una competencia con otras necesidades en sus áreas de influencia como pueden ser el consumo humano por parte de comunidades aledañas, actividades económicas (agrícolas, ganaderas, industriales, etc.) actividades recreativas o incluso la propia sustentabilidad de la biodiversidad asociada a este recurso natural.

También existe la posibilidad de que las actividades mineras restrinjan el uso del recurso hídrico para otras actividades en razón a la potencial alteración de sus condiciones de calidad, o también a la variación de la disponibilidad por efecto de desviaciones de cauces superficiales, o alteraciones de flujos subterráneos.

Si bien para evaluar de manera precisa cada una de estas potenciales alteraciones se requeriría revisar particularmente las operaciones mineras para establecer la magnitud según sus especificidades, para efectos del alcance de este proyecto, que intenta ofrecer una visión a nivel nacional sobre los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano, se utilizará la información secundaria disponible y evaluada en la fase de Diagnóstico de este documento, para buscar concluir, desde el alcance que puede ofrecer dicha información, la magnitud de estas afectaciones.

Dado que en el diagnóstico se abordaron algunos estudios de caso específicos frente a algunas operaciones de gran minería, en estas operaciones la evaluación de los impactos podrá tener un poco más de detalle, sin que esto alcance el nivel de un Estudio de Impacto Ambiental, ni que represente o sustituya evaluaciones específicas que puedan realizar autoridades ambientales o cualquier otro grupo técnico que cuente con mayor información a la obtenida para el Diagnóstico elaborado en este documento.

#### 3.1.4.3.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

Tal como se expresó anteriormente, los impactos identificados sobre la disponibilidad del recurso hídrico, como servicio ecosistémico, pueden ser valorados tanto desde el uso por parte de la actividad minera y la competencia con otros usos existentes en el territorio, como desde la limitación que puede imponer a la disponibilidad por la alteración de la calidad derivada de vertimientos no tratados. Vamos a revisar las conclusiones en cada uno de estos casos.

##### 3.1.4.3.2.1 Uso del recurso hídrico por la actividad de extracción de minerales

Como se ha dicho anteriormente, si bien cada caso en el territorio puede presentar una connotación particular en términos del análisis de impactos, dado el alcance nacional y para todas las actividades mineras y de extracción ilícita planteado para esta investigación, se hace necesario abordar la evaluación desde una perspectiva nacional, intentando particularizar en aquellas áreas donde la información así lo permita.

Desde una perspectiva macro, es decir desde la visión nacional, el Estudio Nacional del Agua elaborado periódicamente por IDEAM, y cuya última versión finalizada es la del año 2014 nos ofrece una primera perspectiva sobre lo que la actividad minera representa en términos de uso del recurso hídrico. En dicho informe se concluye que la actividad minera representa el 1.8% del total de agua utilizada en el país (640 millones de m<sup>3</sup>); en contraste, la actividad agrícola hace uso del 46.6% del agua utilizada en el país, el sector de generación de energía el 21.5%, el sector pecuario el 8.5% y el uso doméstico el 8.3%.

En un informe de avance de un nuevo Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2018), la actividad de extracción de minerales (clasificada como *minería* en el estudio) prácticamente mantiene su porcentaje de participación de uso del recurso hídrico (incremento del 4% respecto a la medición anterior); vale la pena resaltar de dicho informe que, tal como es esperable, la participación del uso del agua varíe dependiendo de la zona del país, siendo más representativo en algunos departamentos; se resalta la relevancia que tiene la extracción de minerales en el uso del recurso hídrico en los departamentos del Chocó o Guainía, con una participación del orden del 48% y 30% respectivamente, o en los departamentos de Nariño, La Guajira y el Cesar, en donde la participación es superior al promedio con aproximadamente el 13%, 12% y 7% respectivamente.

Otro estudio realizado por el sector minero (UPME-UIS, 2014) estima el consumo de agua del sector extractivo de minerales en cerca de 2.600 millones de m<sup>3</sup> para oro, y cerca de 25 millones de m<sup>3</sup> para carbón; esto significaría que la participación del uso de agua respecto al consumo total de agua en el país podría llegar hasta un 5.8%, lo cual sigue siendo muy bajo comparado con las otras actividades económicas.

Respecto a las aguas subterráneas, el estudio de IDEAM no reporta consumos de agua por parte del sector minero, lo que parece indicar que los niveles de extracción son muy bajos y poco significativos como para incluirlos en el análisis realizado a nivel nacional.

En conclusión, a partir de esta información generada por el IDEAM y por la UPME, el sector de extracción de minerales no resulta ser un consumidor representativo del recurso hídrico y por ende no debería catalogarse como una actividad que ocasiona un impacto significativo sobre la disponibilidad de agua como servicio ecosistémico. Existen, sí, casos particulares, como el de los departamentos del Chocó y Guainía, en donde el uso del recurso es tan representativo o más que el del sector agrícola.

#### 3.1.4.3.2.2 Limitaciones de uso del recurso hídrico impuestas por la actividad de extracción de minerales

En relación con la limitación de uso del recurso, la información existente y más amplia para el país da cuenta de que la contaminación de las aguas representa el principal impacto de la actividad de extracción de minerales; entre todas las actividades extractivas, la de oro aluvial y de filón constituyen la de mayor impacto frente a las otras actividades extractivas.

Respecto a la extracción de oro de aluvión, la contaminación química con mercurio y el aporte de sólidos en suspensión provenientes del dragado de los lechos de los cauces y la utilización de monitores de agua contra las márgenes de los cauces son los principales impactos que limitan el uso del recurso hídrico para otras actividades.

Según UNODC (2016), este tipo de extracciones se concentra en un 79% en 2 departamentos: Chocó y Antioquia; solo en estos 2 departamentos se ha identificado restricción para el uso del recurso hídrico en 14 cabeceras municipales y en 65 centros poblados, lo que demuestra el significativo impacto a las comunidades ubicadas aguas debajo de estas extracciones.

En el mismo informe se establece que el 95% de las extracciones identificadas por el estudio adolecen de instrumento minero, y que tan solo el 2% cuentan con todas las autorizaciones requeridas para operar. Lo anterior demuestra que prácticamente la mayoría de los impactos ocasionados por la extracción de oro aluvial procede de actividades ilegales.

En relación con el oro de filón, las actividades extractivas se encuentran dispersas en varios departamentos del país, y los principales impactos asociados a la contaminación del recurso son la contaminación química del agua con cianuro y mercurio, la generación de drenajes ácidos de mina y el aporte de sólidos en suspensión y turbidez. Estas actividades se concentran principalmente en el Nordeste Antioqueño, Sur de Bolívar, Nariño, Cauca, Caldas y Chocó.

Según el estudio realizado por MINMINAS, UPME & U. Córdoba (2015), en las extracciones de filón de los anteriores departamentos se encontró, en general, aguas con altos contenidos de sólidos suspendidos, mercurio, hierro y pH ácidos; también concentración de metales pesados como

cadmio, hierro, plomo, zinc, cobre y arsénico, con niveles que exceden los máximos permisibles de las normas colombianas.

Similar a lo detectado en las extracciones de oro aluvial, UNODC (2016) encontró que el 77% de las extracciones de oro de filón carecen de instrumento minero, lo que permite concluir que los impactos ocasionados por este tipo de operaciones proceden principalmente de operaciones ilegales.

Otras actividades extractivas como las de carbón, minerales industriales o piedras preciosas, reportan impactos sobre la calidad del agua, pero estos en general no alcanzan a alterar la condición de calidad del cauce receptor, que represente una limitación de uso del recurso hídrico aguas abajo. En algunos casos se dan situaciones de neutralización del pH, y en otras la dilución, mostrando niveles que no exceden las normas colombianas.

#### 3.1.4.3.2.3 Análisis de estudios de caso – Minería de gran escala.

En el documento diagnóstico se presenta el análisis de 2 casos de minería de carbón de gran escala, las cuales cuentan con documentos recientes de análisis respecto a los impactos generados sobre el recurso hídrico. Procederemos a abordar las conclusiones obtenidas de cada uno de estos análisis.

- *Caso minería a cielo abierto de carbón en La Guajira.*

En relación con nuestro objeto de análisis, el cual es la disponibilidad del recurso hídrico como un servicio ecosistémico, analizaremos la situación tanto de consumo de agua del proyecto, como la posible restricción de uso derivada de la contaminación.

De la información obtenida se encuentra que el proyecto realiza un consumo de entre 28.000 y 52.000 m<sup>3</sup> de agua por día siendo alrededor del 30% aguas procedentes de concesiones en el río Ranchería y de aguas subterráneas, y el restante procedente de las aguas de infiltración de mantos de carbón principalmente.

Dado que no se encontró suficiente información para analizar la incidencia del proyecto sobre el recurso hídrico subterráneo, y la posibilidad de limitación a la disponibilidad de dicho recurso por parte de comunidades aledañas a la operación, realizaremos el análisis sobre las aguas superficiales, cuya interacción con el proyecto se centra en el río Ranchería.

Según se aprecia en los documentos consultados, la empresa posee una concesión de 264,4 l/seg en el río Ranchería (lo que implica un máximo de 22.844 m<sup>3</sup>/día); esta concesión representa el 3.1% de todas las concesiones otorgadas por CORPOGUAJIRA sobre el río, siendo la de uso doméstico y servicios de 8.697,6 l/seg, y la de actividades agropecuarias de 7.403 l/seg. Es importante recordar que la evaluación que realiza las autoridades ambientales para otorgar las concesiones contempla tanto el balance de aguas en términos de biodiversidad (conservación de caudales ecológicos), como el balance en términos de todas las actividades económicas que deben poder acceder al recurso; esto implica que la misma concesión representa un control a la posibilidad de afectación de una actividad por disponibilidad del recurso.

De lo anterior es posible concluir, de manera general, que la operación minera no representa un actor significativo en lo referente al uso del recurso hídrico del río Ranchería y por ende no pareciera ocasionar un conflicto por disponibilidad del recurso con otras actividades y usos. No obstante, este análisis podría no contemplar condiciones muy específicas de los puntos de captación

que pudieran estar generando algún tipo de conflicto particular, pero no se cuenta con información de ese detalle para este análisis.

En relación con el análisis de la potencial limitación del recurso por efectos de la contaminación, los documentos revisados no aportan elementos contundentes que permitan asociar valores anómalos de algunos parámetros como Conductividad o pH, a las operaciones mineras, y más aún que estos valores puedan representar una restricción del uso del recurso. Se encontró que hizo falta mucha más información de contexto respecto a los resultados de los monitoreos que involucren las otras actividades antrópicas existentes en la zona de las operaciones mineras, para poder establecer si los valores anómalos pueden ser originados en la operación minera.

Por lo anterior, no se encontraron elementos de análisis que permitan concluir que el proyecto minero está generando una alteración de las condiciones de calidad de las aguas en donde realiza los vertimientos, y que ocasionen una restricción en la disponibilidad del recurso para otras actividades; tan es así, que el documento analizado que intenta asignar responsabilidades de contaminación al proyecto reconoce que no cuenta con los suficientes elementos técnicos que permitan asociar la presencia de algunos metales y metaloides en cauces, a la operación minera, y por tanto plantea la necesidad de monitoreos adicionales.

- *Caso minería a cielo abierto de carbón en el Cesar.*

En relación con la minería a cielo abierto en el Cesar, se obtuvo información que permite realizar un análisis respecto a la posible restricción en la disponibilidad del uso del recurso hídrico por la alteración de la calidad del agua.

En relación con alteraciones a los parámetros de conductividad y pH de las aguas por efecto de las operaciones mineras, las investigaciones realizadas por la CGR (2014) aportan unos análisis que intentan demostrar las afectaciones a la calidad de las aguas en los parámetros mencionados; para ello muestra una serie de resultados de laboratorio que soportarían las conclusiones emitidas y que se orientan a confirmar tal afectación.

No obstante, realizando una revisión de los resultados de laboratorio presentados por la CGR en el documento, analizando la ubicación de los puntos de muestreo y la potencial incidencia de la operación minera en dichos puntos, y comparando los valores contra la normatividad vigente, o contra valores naturales obtenidos aguas arriba del proyecto, se observa que existe un análisis inconsistente de las afectaciones identificadas.

El documento presenta los resultados de los parámetros de pH y conductividad obtenidos dentro de la operación minera, como si fueran los valores existentes en cuerpos de agua naturales; se toman muestras de piscinas internas de sedimentación, o de exfiltraciones de botaderos, los cuales deben surtir los procesos de tratamiento de aguas que tienen por obligación estas operaciones, y se presentan como la evidencia de la afectación. Al revisar los valores que presentan el pH y la conductividad de los cuerpos de aguas naturales que reciben los vertimientos de las operaciones mineras, no se encuentran variaciones que indiquen alguna restricción para el potencial uso del recurso, al estar dentro de valores normales de la zona de estudio.

Adicionalmente se infiere en el documento de la CGR que los altos valores de conductividad se relacionan con altos contenidos de sales disueltas, muchas de ellas tóxicas como el Aluminio, Calcio, Potasio, Zinc, Magnesio y Cobre. No obstante, los resultados de estos parámetros en los

muestreos realizados por el mismo estudio, obtienen valores que en ninguno de los casos supera los límites máximos permisibles por la norma colombiana, en otros casos ni siquiera existen límites. No se entiende como el documento llega a concluir una afectación, cuando los valores encontrados por el mismo estudio se encuentran dentro del cumplimiento de la norma.

Por otra parte, y como resultado del muestreo de material rocoso de los botaderos, el documento de la CGR (2014) encontró una serie de metales y metaloides que podrían ser transportados a las corrientes naturales y luego ser liberados como especies químicas tóxicas. A este respecto, si bien las mediciones obtenidas en los cauces naturales muestran que los niveles de estos metales y metaloides se encuentran dentro de los valores permisibles de la normatividad colombiana, e incluso muchos de ellos por debajo de los niveles detectables, un estudio específico sobre esta potencial liberación, realizado específicamente para el proyecto minero investigado, encontró poca probabilidad de movilización de estos elementos y de generación de drenajes ácidos.

En conclusión, a partir de la información revisada, no es posible concluir que la operación minera evaluada, una operación de gran minería de carbón, esté ocasionando un impacto significativo en relación con la alteración de la calidad del recurso hídrico, que represente una afectación del servicio ecosistémico de aprovisionamiento. No hay duda que cualquier actividad antrópica, incluyendo por supuesto la actividad minera, genera una variación de las características de los recursos naturales intervenidos, pero esta alteración debe encontrarse dentro de límites que no representen un detrimento significativo ni permanente de los ecosistemas.

#### 3.1.4.3.2.4 Conclusión del impacto sobre el servicio ecosistémico de disponibilidad de agua

Con base en lo anteriormente expuesto, se pueden resumir las siguientes conclusiones:

- La extracción de minerales, en general, no es una actividad que en la actualidad realice un uso significativo del recurso hídrico, en comparación con otras actividades económicas como la agricultura, la generación de energía, la pecuaria o el uso doméstico. Oficialmente, de acuerdo con el IDEAM, representa tan solo el 1.8%. Existen otros estudios específicos del sector que muestran valores más elevados que los expuestos por el IDEAM, pero finalmente no superan el 6%, ratificando que no es un sector que tenga significancia respecto al uso del recurso hídrico.
- No obstante lo anterior, existen particularidades en algunas regiones donde su uso es significativo, como en el caso del Chocó e Guainía, en donde su uso representa el 48% y 30% respectivamente, de todo el uso del departamento.
- En relación con las limitaciones que el sector de extracción de minerales está ocasionando al recurso hídrico en razón a la afectación de la calidad de las aguas, diferentes estudios han aportado información respecto a las evidentes afectaciones generadas principalmente por las extracciones de oro aluvial y de filón; la contaminación química con cianuro y mercurio, la generación de drenajes ácidos, y el aporte de sólidos en suspensión provenientes del dragado de los lechos de los cauces y la utilización de monitores de agua contra las márgenes de los cauces, son los principales impactos.
- Estudios recientes basados en sensores remotos identifican que las actividades de extracción de oro aluvial que cumplen todos los requisitos de ley solo llega al 2%, y en el caso de la extracción de oro de filón, el 77% no cuentan al menos con instrumento minero

que permita su operación. Esto significa que los principales impactos relacionados con la afectación a la disponibilidad del recurso hídrico por alteración de la calidad del agua provienen de las extracciones ilícitas de minerales auríferos.

- Tan solo en 2 departamentos que concentran el 79% de las extracciones de oro aluvial (Chocó y Antioquia), se ha identificado restricción para el uso del recurso hídrico en 14 cabeceras municipales y en 65 centros poblados, lo que muestra con evidencia el impacto negativo ocasionado por estas extracciones sobre la calidad de las aguas.
- Si bien los otros tipos de actividades extractivas como las de carbón, minerales industriales o piedras preciosas, reportan impactos sobre la calidad del agua, estos en general no alcanzan a alterar la condición de calidad del cauce receptor, que represente una limitación de uso del recurso hídrico aguas abajo. En algunos casos se dan situaciones de neutralización del pH, y en otras la dilución, mostrando niveles que no exceden las normas colombianas.
- Lo anterior pretende ofrecer una visión nacional de la problemática de la afectación de la disponibilidad del recurso hídrico por parte de las extracciones de minerales, ya sea por uso del recurso o por afectación de su calidad. No obstante, es importante aclarar que pueden existir situaciones particulares que no concuerden con estas conclusiones.
- Respecto a los estudios de caso relacionados con minería de carbón a gran escala en La Guajira y el Cesar, no se encontraron evidencias documentales sustentadas que demuestren la afectación a la disponibilidad de agua por el uso de la misma por parte de las operaciones mineras, o por la alteración de la calidad que restrinja su potencial uso por parte de otras actividades. Se observa con sorpresa estudios sin el adecuado abordaje metodológico, que concluyen inadecuadamente en aparentes afectaciones, y que son controvertidos por los resultados de los mismos estudios, lo cual evidencia un sesgo que hace perder objetividad en el análisis y los resultados; esto impide contar con fuentes de información confiable para alcanzar evaluaciones más reales sobre las implicaciones de estas operaciones mineras.

#### 3.1.4.3.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita de minerales.

Tal como se ha concluido en el párrafo anterior, no hay duda que las extracciones de oro aluvial y de filón, que en su gran mayoría son realizadas de manera ilícita, dado que no cuenta con los debidos permisos y controles de las autoridades, son las principales causantes de las afectaciones a la disponibilidad del recurso hídrico, específicamente por la alteración de la calidad de las aguas con sustancias tóxicas como mercurio y cianuro, y aporte de sólidos en suspensión. En particular en los departamentos de Chocó, Antioquia, Bolívar, Nariño, Cauca, Caldas y Tolima, es evidente la existencia de esta problemática, que afecta el acceso al recurso por parte de las comunidades.

En cuanto a las explotaciones de carbón, el Censo Minero realizado en 2012 arrojó un nivel de ilegalidad del 40%, concentrado particularmente en la extracción subterránea que se realiza principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Norte de Santander, Antioquia y Valle del Cauca. Si bien estas operaciones generan impactos sobre la calidad de las aguas, su nivel de afectación no se ha reportado de tal magnitud como para limitar el acceso al recurso hídrico; más aún se observa que si bien algunos vertimientos de esas extracciones muestran parámetros cuyos valores superan los límites máximos permitidos, al desembocar en los cauces las aguas

sufren procesos de neutralización y dilución que permiten el uso del recurso sin imponer una restricción adicional al cauce.

Finalmente, en relación con las extracciones de minerales No metálicos (materiales de construcción y minerales industriales), el nivel de ilegalidad alcanza un 59% de ellas; no obstante, su impacto sobre la disponibilidad del recurso hídrico se puede sintetizar, en general, en el aporte de sólidos suspendidos a los cauces los cuales, de acuerdo con los censos realizados, no alcanza niveles significativos que puedan representar restricciones en el uso del recurso hídrico aguas abajo. Igual situación se presenta en la extracción de piedras preciosas, cuyo impacto es similar, aunque el nivel de ilegalidad en la extracción de este mineral se establece solo en el 16% de las operaciones.

#### 3.1.4.3.4 Impacto en los ecosistemas del territorio nacional

Se considera que no existe información nacional consolidada que permita establecer el impacto que la alteración de la disponibilidad de uso del recurso hídrico puede tener sobre los ecosistemas del territorio nacional. No obstante lo anterior, y de acuerdo a las conclusiones obtenidas en este capítulo, es indudable que las extracciones ilícitas de minerales, particularmente de oro aluvial y de filón en los departamentos de Chocó, Antioquia, Bolívar, Nariño, Cauca, Caldas y Tolima, han generado significativas restricciones al uso del recurso hídrico en las comunidades vecinas a dichas explotaciones, representando incluso riesgos a la salud de los habitantes por la presencia de mercurio y otros metales pesados; sin duda que esta situación debe estar representando un impacto significativo en los ecosistemas aledaños a las áreas de extracción de estos minerales.

En los otros tipos de extracciones de minerales, tanto legales como ilegales, dado los bajos niveles de impacto encontrados sobre la disponibilidad del recurso hídrico, se considera que los impactos sobre los ecosistemas, desde un punto de vista nacional, es muy bajo.

Se aclara que, en todo caso existirán condiciones particulares en algunas partes del territorio que puedan implicar un mayor impacto en los ecosistemas por extracciones de minerales y que requerirán de análisis específicos, pero para el alcance de este documento, que pretende ofrecer una visión nacional de la problemática, no fueron considerados.

#### 3.1.4.3.5 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

En relación con la evidencia encontrada, es indudable que la extracción ilícita de minerales, y en particular la relacionada con el oro aluvial y de filón, resalta como el principal llamado de atención respecto a los impactos en el territorio relacionados con la afectación a la disponibilidad del recurso hídrico; en especial porque, además de que no representa un beneficio económico para el estado, ni se rige por compromisos sociales orientados al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones circunvecinas, la ausencia de control sobre las actividades mineras y los controles ambientales están generando un grave problema de pasivos ambientales que tarde o temprano deberán ser asumidos por el gobierno, con cargo a los impuestos de todos los colombianos.

Por lo anterior, la búsqueda de que todas las actividades de extracción de minerales se realicen en el marco de las autorizaciones legales, que buscan permitir actividades económicamente viables, seguras para sus trabajadores y las comunidades vecinas, y ambientalmente responsables, se considera que debe ser una prioridad del estado.

### 3.1.4.4 **Calidad de suelo**

*Autor principal: Ipaz, Sandro.*

#### 3.1.4.4.1 Descripción del tipo de impacto

El concepto de calidad del suelo se viene utilizando como una forma de medir y monitorear su estado y como una herramienta para la toma de decisiones referentes a su preservación, restauración y uso sostenible.

La calidad del suelo se ha definido como la capacidad que tiene este recurso para funcionar dentro de los límites de ecosistemas (naturales o manejados) para mantener la productividad biológica, conservar la calidad ambiental, promover la salud de plantas y animales (Doran & Parkin, 1994), así como, para mantener la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos. Según (Bouma, 2002) la capacidad de funcionamiento del suelo depende, además, de factores climáticos y de manejo; y el término salud del suelo como equivalente al de calidad.

Algunos parámetros utilizados como índices de la calidad del suelo, de acuerdo con (Acevedo, y otros, 2005) son: la textura, la profundidad, la infiltración y densidad aparente, la capacidad de retención de agua, la estabilidad de agregados, el contenido de materia orgánica, el pH, la conductividad eléctrica, el N, P y K extraíbles, la capacidad de intercambio catiónico, la concentración de metales pesados, la biomasa microbiana, el nitrógeno potencial mineralizable, la actividad microbiana, número de lombrices y el rendimiento del cultivo.

Estas características son susceptibles a los cambios de uso del suelo, y permiten evaluar los impactos producidos por los disturbios físicos, químicos o biológicos a los que se exponga el suelo.

Los pasivos ambientales, por su lado, son todos aquellos que el hombre ha generado en el pasado y que a través del tiempo muestran un deterioro progresivo y que representan un riesgo en la calidad de vida de las personas y en el medio ambiente afectando la calidad del agua, del aire, del suelo y la desaparición de ecosistemas. (ODG, 2002). Estos pasivos ambientales de traducen en fenómenos de degradación del suelo desencadenan problemas sociales explicados a partir de pobreza cuando el suelo pierde la capacidad productiva.

#### 3.1.4.4.2 Análisis del impacto respecto a la actividad minera

##### 3.1.4.4.2.1 La contaminación del suelo

De la minería, en la que se aprovecha la arcilla y carbón en el municipio de Tausa, (Guerrero Useda & Pineda Acevedo, 2016), indica que ésta incrementa el riesgo de degradación físico química del suelo. La extracción subterránea de carbón conlleva la generación de residuos sólidos y de aguas residuales domésticas y no domésticas que, al ser arrojados y vertidos sin tratamiento, contaminan el suelo, y que según sus grados de compactación, acidez, salinidad y mineralización son más proclives a acumular metales a niveles tóxicos para la flora, la fauna y las personas que habitan la zona.

Los mismos autores indican que asociados a la extracción subterránea de carbón, la falta de prevención, monitoreo y oportuno tratamiento, hacen más vulnerable al territorio. Debido a que el suelo de Rasgatá Bajo está expuesto de manera simultánea a los efectos colaterales de la extracción y transformación del carbón, eventos como la contaminación del suelo con metales (Cd, Mn, Pb y

Zn), la deforestación y el deterioro estético del suelo se hacen más riesgosos. Del mismo modo, por la concurrencia de procesos de transformación de arcilla y carbón, se incrementa el riesgo de contaminación del suelo por acumulación de cenizas, acidificación y escoria, impacto que coincide con lo constatado en otros casos (Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015), (Bhuiyan, Parvez, Islam, Dampare, & Suzuki, 2010)

Por su parte, en suelos con minería aurífera (Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015) encontraron que los mayores contenidos de Hg en sitios cercanos a los montajes evidencian el efecto de las actividades mineras sobre el recurso suelo, esto porque, en las áreas cercanas a zonas de actividad minera, donde se utiliza Hg, el suelo presentó concentraciones importantes de este elemento y, por tanto, se evidenciaron niveles considerables de contaminación. Así mismo, indican que pese a que los valores promedio encontrados de Hg en el suelo ( $7.1 \pm 6.2 \mu\text{g/g}$  entre 0 y 25 cm de profundidad y  $8.9 \pm 7.9 \mu\text{g/g}$  entre 25 y 50 cm, con un valor mínimo de  $0.11 \mu\text{g/g}$  y máximo de  $36.9 \mu\text{g/g}$ ), estos no superan los contenidos umbral establecidos para suelos agrícolas en otros países latinoamericanos como México, pero si fue superado el umbral (de  $1 \text{ mg/kg}$ ) de la norma de la Comunidad Europea.

De las diferencias entre el contenido de Hg en el suelo donde están los montajes de las minas y los sedimentos del lecho de quebradas, (Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015) indican que pueden estar asociadas con la remoción que el agua está generando hacia partes más bajas.

(Rocha-Román, Olivero-Verbel, & Caballero-Gallardo, 2018) analizando el contenido de Hg en la superficie del suelo de la zona urbana de San Martín de Loba, concluye que la tecnología utilizada para extraer oro con los procesos de amalgamación provoca un alto grado de contaminación por Hg en torno a esta área minera, por lo que es necesario considerar métodos alternativos de extracción para reducir los niveles de Hg que pueden liberarse al ambiente y afectar la salud humana. Esta contaminación se evidenció en la entrada del municipio, cerca de las minas tanto abandonadas como de las que siguen activas, en las tiendas de oro, entre otros.

Las investigaciones de (Rocha-Román, Olivero-Verbel, & Caballero-Gallardo, 2018), (Guerrero Useda & Pineda Acevedo, 2016) y (Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015) son de las pocas realizadas sobre el suelo, y demuestran su capacidad de acumulación de Hg en el primer horizonte. Esta situación plantea la necesidad de realizar investigaciones muy puntuales y de amplia cobertura para determinar la dinámica del Hg en el suelo, e incluso identificar su movilidad hacia los cultivos y la capacidad de acumulación de estos.

#### 3.1.4.4.2 Acumulación de Hg en el suelo y su tránsito por la cadena trófica

Investigaciones en zonas mineras de Bogoso y Prestea en Ghana, África (Adjorlolo-Gasokpoh, Golow, & Kambo-Dorsa, 2012), encontraron mayor Hg almacenado en el suelo conforme aumentó la profundidad entre 15 y 30 cm, y menor acumulación a mayor distancia a la fuente, lo que sugiere una grave contaminación por mercurio en la superficie del suelo y el cultivo de yuca; pero la especiación mostró que el mercurio no se encuentra en estado libre, sino que está unido a los hidróxidos y los compuestos orgánicos como complejos, por lo tanto, hay una indicación de contaminación por mercurio en las cercanías de las minas.

(Vidal Durango, Marrugo Negrete, Jaramillo Colorado, & Perez Castro, 2010) mediante un proceso de bioremediación con *Cecropia peltata* (nv. Guarumo) lograron tener tasas de remoción de Hg

total de 15.7 a 33,7% desde el suelo en 4 meses de crecimiento de la planta; lo que permite concluir que esta especie vegetal, así como el cultivo de la yuca, pueden absorber y acumular el Hg en sus tejidos. Si se continúa con la cadena trófica, y de acuerdo con la investigación de (Argumedo, Vidal, & Marrugo, 2013) en la que encontraron un gradiente descendente en la concentración es de Hg: en patos ( $8156,9 \pm 882,2$  ng/g peso seco) > gallinas ( $3391,9 \pm 639,5$  ng/g peso seco) > cerdos ( $1426,5 \pm 263,9$  ng/g peso seco), se puede concluir que el consumo de estos representan un riesgo importante a la salud pública, debido a las altas concentraciones acumuladas en sus organismos, y además, porque el mercurio es considerado un contaminante global por su alta toxicidad y características fisicoquímicas que le permiten transportarse a los diferentes compartimientos ambientales, bioacumularse y biomagnificarse en la cadena trófica.

De otro lado, (Mesquidaz, Marrugo, Pinedo, & Hernández, 2013) analizando la concentración de Hg en la orina de trabajadores de una mina al norte de Colombia, aseveran que los niveles de mercurio encontrados evidencian un riesgo potencial para la salud de los trabajadores, por la exposición ocupacional a este metal en el proceso de amalgación del oro, debido a que el Hg es fácilmente absorbido por los tejidos biológicos y su eliminación es bastante lenta, lo cual aumenta su toxicidad y/o bioacumulación.

Así mismo como hay efecto nocivo en el contexto ambiental y sobre el recurso suelo, se tienen experiencias que buscan trabajar en la mejora de ese pasivo ambiental creado. Esto se logra a través de programas de Rehabilitación de Tierras. Como resultado de este tipo de programas se han rehabilitado 3.674 hectáreas, y fue resultado de una combinación de ciencia, técnica, empirismo y conocimiento tradicional, en aras de la conservación del suelo. Estos suelos restaurados se reconvirtieron a áreas de bosque con ambiente estable y productivo que permite el establecimiento, sostenimiento y relevo de especies de flora y fauna nativa, que interconectan a los ecosistemas regionales como proveedores de bienes y servicios (Cerrejón Zona Norte S.A, 2016).

#### 3.1.4.4.3 Análisis del impacto respecto a la explotación ilícita minerales

La explotación ilícita de recursos minerales, de manera contraria al concepto del responsabilidad ambiental, usurpa la propiedad pública sobre los bienes de la Nación, desaprovecha abiertamente los recursos naturales no renovables, afecta de manera sensible fauna, flora, aire, agua y suelo, genera sobrecostos en el uso de recursos imprescindibles para la vida y genera pasivos ambientales, que niegan a los pobladores el racional usufructo de dichos recursos, ocasiona problemas de salubridad pública, alimentaria, desplazamiento forzoso y muchos otros problemas de orden social (Contraloría General de la República de Colombia, 2013).

En las áreas de extracción ilegal de minerales, el suelo se elimina por completo, definiendo así zonas de “no suelo”, por lo que se hace necesario analizar la calidad y características de los materiales que quedan expuestos al ambiente, con el fin de proceder a planificar su restauración, recuperación o rehabilitación. Estas zonas por presentar problemas de orden social, son regiones que deben ser priorizadas dentro de los planes de ordenamiento de las cuencas hidrográficas en aras de su recuperación.

El problema de la ilegalidad minera representa una preocupación sectorial de primer orden debido a que la minería pasó a convertirse en una actividad de gran importancia en la economía nacional en la medida en que los mercados internacionales, en particular de oro y carbón, se tornaron muy atractivos por demanda y precio (Contraloría General de la República de Colombia, 2013)

En Colombia, este problema se agrava por la informalidad minera y por la vulnerabilidad de las compañías a las variaciones del precio de los minerales. Una de las principales causas de abandono de minas es la dinámica de los precios de los minerales, la cual hace fluctuar los niveles de intervención minera, al punto que muchas zonas son abandonadas por largos períodos de tiempo sin ningún tipo de control ambiental y son reactivadas nuevamente, sin previa evaluación de las condiciones ambientales producidas por los cierres anteriores (González, 2008).

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. Los sitios abandonados permanecen como focos de contaminación provocando la disminución de la capacidad de los suelos y generando problemas de salud a poblaciones de las áreas directamente impactadas (Zerraga & Frias, 2003).

En el caso particular del daño ambiental ocasionado por la minería ilegal del oro, este se determina con aquellos factores que tienen incidencia fiscal, es decir aquellos que afectan al patrimonio público, bien sea por:

- i) Concepto de costos evitados por la minería, que se traducen en ingresos no percibidos por el Estado.
- ii) En sobrecostos que deben asumir otras actividades económicas por contaminación, particularmente del recurso hídrico y costos en salud pública, y
- iii) por el valor de los pasivos ambientales que finalmente deben ser asumidos por todos, ante la ineficacia institucional de judicializar a los responsables del daño ambiental, al margen de la poca capacidad técnica y funcional que tienen las entidades ambientales, para la determinación y valoración del mismo (Contraloría General de la República de Colombia, 2013).

Es bajo este panorama, urge la acción concertada y complementada de las instituciones técnicas que trabajan por la protección del recurso suelo y estas apoyadas por quienes ejecutan las leyes de protección del recurso.

#### 3.1.4.4.4 Propuestas de priorización de atención respecto a evidencia encontrada

Adoptar la metodología propuesta por (Lavelle, 2014) para realizar y tener control real sobre el impacto de la minería y la extracción ilegal de minerales. Esto porque los requerimientos actuales relacionados con los estudios de impacto ambiental para su fiscalización desde la exploración hasta el cierre de la mina, implica un trabajo muy detallado y costoso que requiere de alto conocimiento científico y una colección de datos muy difícil en la situación de dispersión y de difícil a los datos.

Se hace necesario la interacción entre las instituciones del estado especializadas en el recurso suelo para la realicen la fiscalización de los trabajos de restauración y recuperación de suelos en campo, y de esta manera eliminar las falencias a nivel científico y técnico en los procesos de recuperación, restauración o rehabilitación de los suelos mineros en Colombia.

Es necesario tener en cuenta los conceptos de las entidades públicas relacionadas con la capacidad de los recursos. En el caso de la zonificación ambiental que genera el Instituto Geográfico Agustín

Codazzi, y que se construye a partir de las limitaciones que presenta cada suelo en análisis, debe ser resguardada como herramienta de planificación a la hora de emitir o analizar la viabilidad de otorgamiento de una licencia para el aprovechamiento de un mineral.

#### 3.1.4.4.5 Identificación de escenarios a partir de los vacíos de conocimiento

Es necesario ejecutar estudios que permitan diseñar planes pertinentes para el manejo ambiental y avanzar en la implementación de acciones de prevención y recuperación del suelo minero (Guerrero Useda & Pineda Acevedo, 2016).

(Camargo García, Arias Morales, & Muñoz Paredes, 2015) indican que el incremento de la concentración de Hg en el suelo puede obedecer a la acumulación o al incremento de la actividad minera, efecto de debe ser estudiado para definir la dependencia.

(Guerrero Useda & Pineda Acevedo, 2016) demostraron que es posible avanzar en el diseño de modelos conceptuales de riesgo de contaminación del suelo, análisis que debe presidir el diseño y desarrollo de estudios cuantitativos para establecer la presencia, acumulación y vías de movilización de sustancias que podrían derivar en mayor degradación del suelo. Deben desarrollarse estudios que con referencia en datos epidemiológicos permitan valorar el riesgo de afectación de la salud a la que están expuestos los habitantes de la vereda por contaminación química del suelo

#### 3.1.4.4.6 Recomendaciones generales

Es necesario generar una metodología de cuantificación de las emisiones de mercurio u otros contaminantes hacia el suelo, para lo que se requiere disponer de información completa, oportuna, homogénea y preferiblemente sistematizada sobre las explotaciones de oro y los procesos que lleva a cabo la minería aurífera artesanal y de pequeña escala en todo el territorio nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

### 3.1.5 Aspectos sociales

#### 3.1.5.1 *Impactos de la minería en la dimensión social*

*Autor: Ayala Mosquera, Helcías José.*

Debe aclararse que la diversidad de sistemas de explotación minera existentes en Colombia y sus diferencias en las escalas de emprendimiento, impiden hacer una valoración y cuantificación estandarizada y lineal de los impactos que la minería genera en los entornos socio comunitarios circundantes presionados por las actividades mineras, por lo cual, la presentación sintética que se presenta a continuación se orienta más en mostrar desde el enfoque sociológico y socio ambiental los efectos que se podrían presentar sobre la gobernanza territorial y sobre el bienestar colectivo de los entornos comunitarios en las áreas de influencia directa de los proyectos y emprendimientos mineros, ya que identificar los impactos de manera general implicaría la introducción de un análisis inequitativo y sesgado, ya que, las tipologías mineras legales o ilegales son radicalmente muy diferentes en sus características y por ende en los efectos socio ambientales, en ocasión a los tipos de yacimientos, a la capacidad de producción, rendimiento económico, entre otros aspectos relevantes (Urán Carmona A., 2014), además que son muy escasos los informes técnico científicos que precisen relaciones directas de un proyecto minero en específico con perturbaciones en

contextos socio comunitarios. Por tanto, para ahondar en la revisión de los efectos sociales de la minería en el territorio nacional requiere una revisión y comparación multivariable que amerita una recolección de datos que comprendan periodos de tiempo extensos, la inversión de recursos económicos y la participación multisectorial para al menos realizar estudios de caso representativos.

Si bien en Colombia en las últimas décadas se ha impulsado la producción minera, con cierto grado de contribución a la ocupación y el empleo (Martinez & Aguilar, 2012), también éste sector económico, ha provocado fuertes tensiones socio ambientales y pocos efectos incrementales en el mejoramiento de la economía y menos en la consolidación de factores de desarrollo en los territorios rurales y marginales del país y en su efecto no ha recreado condiciones favorables de bienestar en las poblaciones locales, al contrario la presencia o anuncio de los proyectos mineros en los territorios es causante de eventos alteradores del orden público, de inestabilidad socio comunitaria, y se introduce el miedo en los territorios potencialmente mineros por el tránsito estratégico de grupos al margen de la ley, que imponen represivamente controles a la libre movilización, realizan secuestros, y cuotas ilegales por la entrada y permanencia de los emprendimientos mineros a ciertos sectores dominados por estos grupos (Tierra Digna & Melo Ascencio, 2016), tal como ha acontecido en las tierras de comunidades negras bajo presión minera en el departamento del Chocó. Donde tales situaciones riñen con las pautas y conductas de convivencia pacífica de las comunidades afrocolombianas, y estimulan el desplazamiento y el desarraigo (IIAP-MinMinas 2013).

### 3.1.5.1.1 Los impactos sociales más relevantes

A continuación, se relaciona una matriz síntesis de algunos impactos ocasionados por la minería y sus efectos en la dimensión socio cultural, insumo que resulta de la revisión de información secundaria (Walter, 2009; Cremers, Kolen, & Theije, 2013; Garay, y otros, 2013; Scotto, 2013; Urán Carmona, Cano, Soto, & Vásquez, 2013), del acopio de notas de las mesas de trabajo técnico, de talleres participativos y consulta con expertos en los temas minero ambientales, pero como se mencionó antes puede ser retroalimentada a partir de nuevos datos producto de posteriores investigaciones más específicas:

**Tabla 9** Síntesis analítica de algunos impactos sociales generados por la minería en Colombia.

SUBSISTEMA	VARIABLE DE ANALISIS	IMPACTOS	
		EN LA PEQUEÑA ESCALA Y ARTESANAL	MEDIANA Y GRAN MINERÍA
<b>SOCIO CULTURAL</b>	Cohesión y permanencia en el territorio.	- Mantenimiento de la unidad productiva familiar.	- Desplazamiento de la población minera nativa y tradicional <sup>3</sup> .

<sup>3</sup> De 9 comunidades que en 1998 existían sobre la ribera del río Condoto, al 2006 solo quedan 2 poblaciones, 4 de ellas fueron abandonadas y arrasadas por presión de la minería con retroexcavadoras, y 3 fueron desplazadas por paramilitares que acompañaban el proceso de penetración de los entables mineros foráneos. La población de estas comunidades se encuentra asentados en barrios marginales en el casco urbano de Condoto, otros deambulan detrás de las minas “barequeando” en los huecos dejados por las retroexcavadoras. Cabe anotar también que en el 2002 dos comunidades del Bajo Opogodó abandonaron definitivamente sus asentamientos por las inundaciones de lodos vertidos al río Opogodó por los entables mineros mecanizados (Información obtenida en entrevistas a líderes del Consejo

*Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.*

*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

SUBSISTEMA	VARIABLE DE ANALISIS	IMPACTOS	
		EN LA PEQUEÑA ESCALA Y ARTESANAL	MEDIANA Y GRAN MINERÍA
		- Los mineros permanecen en sus núcleos familiares y contribuyen en la consolidación de sus comunidades.	- Recurrentes conflictos intrafamiliares por la distribución de los exiguos excedentes percibidos.
	Patrimonio e identidad cultural.	- Se conservan elementos y configuraciones culturales locales.  - La religiosidad mantiene gran ponderación y respeto por los actores locales.	- Fuerte erosión y permeación cultural por presencia de población inmigrante.  - Se alteran las agendas culturales y los elementos de la religiosidad local.  - Se perturban referentes etnoculturales y patrimoniales no reconocidos dentro de la formalidad gubernamental pero asimiladas consuetudinariamente por las comunidades.
	Articulación a procesos étnicos organizativos y formalización minera.	- Se mantienen vigentes las pautas etnoculturales efectivas y eficaces de participación e integración productiva, que facilitarían la formalización y organización productiva de la población minera local.  - Se participa en la construcción colectiva de consensos, y de acción comunal para el desarrollo local.  - Se participa en las dinámicas de organización local.	- Rompimiento del tejido social y etnocultural, que limita la asociatividad y el emprendimiento de ejercicios de liderazgo colectivo.  - Se desconocen los ejercicios de liderazgo local y se irrespetan los reglamentos internos, y los acuerdos en materia de gobernanza y ordenamiento del territorio, y frecuentemente incumplen los pactos de relacionamiento y contribución para la mitigación de los impactos socio ambientales en los territorios presionados y degradados por la acción minera.
	DDHH	- Permanecen las prácticas culturales de control social para la resolución de conflictos (oralidad, asambleas, consejos de ancianos, etc.).	- Introducción de prácticas violentas en la resolución de conflictos (desapariciones, amenazas a líderes, asesinatos, cobros ilegales impuestos por grupos al margen de la ley, etc.).  - Desconocimiento y deslegitimación de las reivindicaciones étnico territoriales.  - Irrespeto de los derechos, étnicos, culturales y ambientales.
	Servicios sociales	- Los niños permanecen en el sistema educativo.	- Afectación de la infraestructura.  - Aumentan los problemas de insalubridad, y la infraestructura del

Comunitario Mayor de Condoto e Iro: Ervin Rentería, Nilson Hurtado y Jorge Perea en diciembre de 2014, citados en Ayala, 2016).

**Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.**

*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

SUBSISTEMA	VARIABLE DE ANALISIS	IMPACTOS	
		EN LA PEQUEÑA ESCALA Y ARTESANAL	MEDIANA Y GRAN MINERÍA
		- La medicina tradicional atiende con capacidad las patologías locales.	sistema sanitario y de salud es insuficiente e ineficaz por la proliferación de las enfermedades tropicales.  - Aumentan los índices de deserción escolar, por gran movilidad de los padres de familia a zonas distantes del hogar nuclear, que implica desatención y acompañamiento a los niños en su proceso formativo educativo.
	Ocupación y empleo	- Estabilidad ocupacional.  - Independencia ocupacional.  - Diversidad ocupacional.	- Dependencia ocupacional de los proyectos mineros, la generación de ingresos es circunstancial y no se promueven los encadenamientos productivos con perspectiva endógena si no foránea.  - No se asimilan las condiciones del sistema de empleabilidad formal introducido.
ECONOMICO	Productividad minera	- Limitada producción metalífera, la generación de excedentes <sup>4</sup> solo abastece la subsistencia familiar, no genera utilidades para el ahorro, y mayor sustentabilidad económica. Pero el bajo costo de inversión hace atractivo el desarrollo de los sistemas mineros de esta escala.	- Alta generación de excedentes y alta inversión en gastos operativos.  - Recrea unas condiciones de enriquecimiento efímero de las entidades territoriales por efecto de la expectativa de las regalías mineras (Martinez & Aguilar, 2012).
	Distribución de ingresos	- Sostenibilidad familiar (alimentación, servicios básicos y esenciales) garantizada en el largo plazo (a pesar de los ingresos mínimos). Por ejemplo, en el Chocó se obtienen entre 20 a 200US\$/Semanales dependiendo el sistema y el contenido metalífero del depósito aluvial explotado <sup>5</sup> .	- Se generan grandes excedentes <sup>6</sup> , de los cuales entre el 12 al 20% se retribuyen a familias extensas, cuyos recursos son gastados en el corto plazo, y no garantizan sostenibilidad económica en el mediano plazo.  - Los excedentes económicos fluyen a centros poblados del interior del país y a proveedores de servicios e insumos mineros, que no tienen fuerte arraigo

<sup>4</sup> En las minas artesanales aluviales en el Chocó la producción diaria oscila entre 0.1 a 0.5 gramos, mientras que el rango mínimo de producción en un emprendimiento minero aluvial mecanizado con retroexcavadora se mantiene en un Castellano/Hora (4,6gr/hora).

<sup>5</sup> Información suministrada por los mineros de la subregión del San Juan en el Chocó, los excedentes dependen del sistema minero utilizado y las adecuaciones tecnológicas introducidas, además de la riqueza del depósito metalífero, y entre otras cosas de la disposición de agua para las labores de beneficio y concentración.

<sup>6</sup> Más de 2.000US\$/Semana.

SUBSISTEMA	VARIABLE DE ANALISIS	IMPACTOS	
		EN LA PEQUEÑA ESCALA Y ARTESANAL	MEDIANA Y GRAN MINERÍA
			local, o no se articulan con procesos de construcción de colectividad comunitaria.
	Regalías e inversión local	No hay redistribución en las comunidades mineras.	- No se declaran a nombre de la entidad territorial procedente. - No hay inversión en las comunidades mineras.

El cuadro anterior reporta la alta complejidad de algunos de los impactos sociales generados por la actividad minera, los cuales, requieren de especial atención, sumado a ello, los excedentes económicos tampoco circulan en beneficio del desarrollo local a no ser que la actividad sea desarrollada por actores locales y en pequeña escala (Ayala, 2007).

No obstante, esta consideración abre una discusión *sobre la pertinencia del aprovechamiento eco-eficiente respecto del rendimiento productivo*, que exigiría avanzar en la promoción de la formalización y legalización minera, y la adaptación de tecnologías limpias en los sistemas artesanales y en pequeña escala, pues *no se trataría de defender a ultranzas la conservación ambiental sobre la base de la improductividad y la pobreza de los mineros en los territorios mineros tradicionales del País*.

### 3.1.5.1.1.1 Desarraigo y Desplazamiento

El desarrollo minero en el País altera la estabilidad socio comunitaria, la percepción generalizada en los promotores de derechos humanos y en las organizaciones sociales, es que detrás de los proyectos y emprendimientos mineros, se mueven factores irregulares de desestabilización del orden público, grupos armados al margen de la ley, y distintas manifestaciones de criminalidad, además de una fuerte inversión de capital extranjero que irrumpe drásticamente con los derechos y reivindicaciones de índole colectivo, étnico, y de poblaciones campesinas vulnerables. Por tanto, se asimila en los sectores de influencia minera un estado de temor, inseguridad y desesperanza socio económica, lo cual motiva la irracionalidad, la informalidad, y la ilegalidad, además de situaciones de desarraigo y marginalidad de las comunidades rurales, y una marcada situación de desgobernanza y fallas en las dinámicas de liderazgo, que provoca que ante la falta de garantías para su permanencia en las comunidades terminan abandonándolas y se desplazan a los centros poblados (DEFENSORIA DEL PUEBLO, 2010; Observatorio Pacifico y Territorio, 2013).

### 3.1.5.1.1.2 La incidencia de la minería en la pérdida de valores, en la erosión y permeación cultural y la convivencia pacífica en los territorios.

Del análisis realizado se deduce que las manifestaciones de solidaridad, convivencia pacífica, y el respeto por los principios y valores morales inherentes a la cohesión familiar y la consolidación comunitaria, las relaciones de parentesco y pautas referentes a la identidad cultural de las comunidades en entornos mineros, han sido incididas acelerada y abruptamente, fragmentándose todas las expresiones de fraternidad y de colectividad que se integran en la dinámica y tradicionalidad de las poblaciones rurales. Es tal el grado de perturbación y permeación cultural,

que no se vislumbran con claridad procesos de liderazgo y de orientación en los territorios mineros (CENSAT, 2003).

Se han cambiado drásticamente los mecanismos de resolución de conflictos, las expresiones folclóricas, el lenguaje coloquial, incrementándose los fenómenos asociados al comportamiento lúcido de comunidades rezagadas y marginales: Alcoholismo, prostitución, ilegalidad, criminalidad, y otros factores perturbadores del orden público (Torres Gutierrez, Pinzón Salcedo, Esquivia Zapata, Parra Pizarro, & Espitia Jimenez, 2012).

Informes del IIAP (2013), indican que la situación de permeación cultural en los territorios mineros en el Chocó, obedece a que anteriormente el departamento solo era habitado por nativos afros en casi un 100%, hoy en día se estima que la relación de población es de 80% nativos afros, y un 20% colonos procedentes de diferentes lugares del país, ya que la actividad minera ha contribuido con la presencia en la región de personas procedentes de otros lugares del país como Caucasia (Antioquia), El Dovio, Cartago, El Cairo (Valle del Cauca), Montería, Bolívar, y en la última década de personas provenientes de Brasil. Estos nuevos habitantes presionan sistemáticamente el aculturamiento de la población importando costumbres, expresiones artísticas, la gastronomía y reemplazando una serie de servicios que antes eran prestados por la población local y ahora los ofertan actores foráneos.

#### 3.1.5.1.1.3 Necesidad del impulso de acciones estratégicas interinstitucionales

Desde la interpretación crítica, que permite una aproximación a la comprensión de la integralidad de la problemática descrita, se propone que para la pretensión de armonizar el desarrollo minero y la sustentabilidad socio ambiental en los territorios mineros y requeriría un ejercicio riguroso de planificación participativa, que no riña con las reivindicaciones socio culturales:

- Ordenamiento minero y ambiental de territorios potenciales y en conflicto. Para lo cual, se existen insumos técnicos que ameritan un abordaje intersectorial para procurar la definición interinstitucional de donde, como, y cuando procede hacer minería en el territorio nacional (Pachas, 2012).
- Integración de áreas, que implique la cuantificación de reservas explotables, planeamiento minero y socio ambiental de sectores potenciales, fomento de la asociatividad de mineros para fortalecimiento del emprendimiento minero y mejoramiento de la productividad, transferencia y adaptación de tecnologías limpias para tecnificación ecoeficiente de los sistemas de explotación pertinentes (Villas Bôas & Page, 2002).
- Inclusión y fomento de actividades productivas alternativas que se encadenen al desarrollo minero y permita la inserción de las comunidades locales.
- Fortalecimiento de la gobernabilidad y de la capacidad institucional (autoridad minera y ambiental, investigación potencial minero, seguimiento y monitoreo), para garantizar el ejercicio de autoridad minera y ambiental en los territorios con vocación minera, y de esta manera facilitar el apalancamiento de la gobernanza territorial, la confianza y la participación comunitaria para erradicar las lecturas pesimistas sobre el sector minero (Salinas & Herrera, 2008; (Martinez & Aguilar, 2012).
- Introducción de otros nodos de interacción productiva, que generen valores agregados al desarrollo de la cadena productiva minera, y que permita la reversión, el afianzamiento y el crecimiento de la economía local.

### 3.1.5.2 **Generación de expectativas**

*Autor principal: Montoya, Carlos.*

La generación de expectativas surge e impactan a la comunidad y a los diferentes actores sectoriales e institucionales desde diferentes frentes que tienen que ver con la desinformación, con la información parcial o con la distorsión de la información, en un ambiente institucional de gobernanza errática.

Es así, como desde la parte normativa se reconoce como expectativa generada con la entrada en vigencia del actual del Código Minero (Ley 685 de 2001), la de legalizar la minería de subsistencia, viéndose truncada dicha expectativa en la medida que la estratificación definida en la norma anterior, fue descartada en esta nueva reglamentación, y en tanto, al diluirse la diferenciación de la explotación, se puso en igualdad de condiciones los requerimientos necesarios para la obtención de permisos y licencias ambientales a mineros chicos y grandes, en detrimento de la economía y de las posibilidades de legalización de la minería de subsistencia que no obstante su condición de tradicionalidad, gradaron rápidamente hacia connotaciones de ilegalidad.

La trascendencia del sector económico y las actividades conexas de los procesos de exploración, explotación y comercialización de los productos mineros en el contexto nacional, hace que desde diferentes jerarquías y temáticas que involucran entre otros las autoridades y mecanismos de control, las universidades e institutos de investigación, los medios de comunicación, los sectores económicos y sociales, opinen y generen para el consumidor primario un volumen de información y contenidos que exceden su capacidad de filtrado, análisis y síntesis y generan elementos de distorsión y expectativas, tales como la posibilidad de vivir sin minería y sus productos conexas, la teoría del extractivismo, o la de desarrollar una extracción minera ajustada a los mínimos requeridos, sin considerar la evolución histórica de la minería, los modelos consumistas que operan en el mundo en los que estamos inmersos o los esquemas de equilibrio económico con los que necesariamente se requiere adelantar una propuesta de negocio.

La generación de expectativas en el sector minero nacional, se extrapola al ámbito internacional, donde conocidas multinacionales, consideran convenientes el desarrollo de procesos de inversión y proyectos de desarrollo mineros, en virtud de las condiciones geológicas del país, los esquemas y facilidades de llevar a cabo proyectos de inversión respaldada por un gobierno y/o un estado que goza de credibilidad y apoya la inversión privada, como estrategia de desarrollo. Sin embargo, las dificultades en la gobernabilidad del sector, los justificados e injustificados conflictos con la comunidad, la excesiva demora en el trámite de permisos, licencias, concesiones y demás y el nivel de incertidumbre que en ocasiones las autoridades y entes responsables de la vigilancia del sector minero y ambiental, entre otros, desestimulan la atracción de inversionistas y generan creciente riesgo jurídico y económico al país.

Otra forma de generación de expectativas lo refiere Sandoval R, 2012: *“El simple anuncio de la expansión de áreas de exploración genera especulación financiera en las bolsas internacionales. Por ello, el dinero invertido en la compra de minas que no fueron explotadas y que se abandonaron, como en el caso de Marmato, no constituyó una pérdida para la empresa”*(p.163).

En buen grado, causa de los orígenes de la insatisfacción y el conflicto local que se ensancha y acrecienta en el nivel nacional, tiene que ver con las expectativas que generan en las regiones la llegada de actores o inversionistas económicos que pretenden adelantar procesos de exploración y

explotación minera en estos territorios, donde es frecuente los niveles crecientes de necesidades básicas insatisfechas, alta tasa de desempleo, bajos niveles de escolaridad y capacitación, déficit de servicios públicos y culturales, entre otros; donde la noticia del arribo de una nueva empresa o actor económico, refresca el pensamiento de los pobladores y acrecientan sus expectativas positivas por ver allí reflejadas sus esperanzas de solución y mejoramiento de su calidad de vida y de la infraestructura de servicios públicos de sus pueblos. Situación que en la mayoría de los casos no se alcanza, porque el trabajo ofrecido frecuentemente requiere un nivel de capacitación y/o entrenamiento, con el que no cuentan los lugareños, porque la función del operador privado en un fuerte compromiso con sus stakeholders, es el de generar equilibrio, tasa de retorno y rentabilidad de las inversiones y no la de suplir el papel y las obligaciones de estado.

En este mismo contexto y en el panorama socioeconómico que involucran la presencia, gestión e inversión del estado, las comunidades esperan el desarrollo de soluciones e inversiones que resuelvan su déficit primario de servicios públicos y sociales, amparados en que fruto de la explotación y comercialización de los materiales y minerales que guarda su tierra, se captaran dineros de regalías y las mismas multiplicadas y bendecidas retornaran a su pueblo o región convertidas en soluciones; expectativa que en la mayoría de los casos no ocurre, causan insatisfacción en las comunidades y promueven dificultades y conflictos con el sector minero.

Esta anterior condición se ve respaldada, tal y como se enuncia en el documento de la fase 3 de la presente investigación (numeral 2.4.3.1 Dimensión socio-económica), en relación con las implicaciones en la generación de economías de enclave, y la expectativa de elevación de los niveles de ingreso, con lo cual aumenta el flujo migratorio en la zona y las demandas sobre los servicios de educación, salud, e infraestructura que no necesariamente son satisfechas mediante el necesario aumento de los ingresos por concepto de regalías en el municipio, por los riesgos de corrupción; que de conjunto modifica las condiciones del tejido social, de la economía local y regional y de las tendencias de desarrollo por el encarecimiento de la tierra, servicios de hospedaje y alimentación, entre otros, así como el cambio en el uso del suelo hasta la industrialización de algunos predios.

La comunicación con la información ajustada a la realidad y a las expectativas de los proyectos mineros que permitan dentro del marco de la planeación minera, los niveles y ritmos de inversión y operación, deberían ser elementos significativos que propicien la comunicación fluida con los diferentes actores socioeconómicos, institucionales y demás con interés en los proyectos, para construir confianza, delimitar los alcances de la operación, los niveles de rentabilidad, las regalías y el impacto social que como consecuencia del adelanto de la actividad se prevén (Sentencia T 348/12), como alternativa de solución a la generación de expectativas, que generan y sostienen conflictos sociales en áreas mineras.

Es urgente la implementación de buenas y responsables practicas mineras por parte de las empresas y actores económicos de la minería, reglamentadas y monitoreadas de manera práctica, cercana y eficiente por el sector gubernamental responsable y por los entes de control, que de conjunto proveen un marco estratégico y regulatorio para el aprovechamiento de los recursos minerales de manera responsable, estrechamente ligados a eficientes y prácticos mecanismos de comunicación y retroalimentación con los actores y comunidades étnicas o no, al retorno de las regalías, compensaciones y al cumplimiento de los compromisos corporativos de inversión social, en respuesta a las expectativas y necesidades de los pobladores y representado en infraestructura para el mejoramiento de la calidad de vida, educación y capacitación que permita generar competencias

y capacidad instalada en los pobladores de las áreas de influencia para la adopción de retos de emprendimiento y desarrollo de actividades productivas afines o diferentes de la minería, y en los cuales se consideren las particularidades y potencialidades del territorio y de sus tejidos étnico y social.

En relación con los mecanismos de participación la Corte Constitucional, establece para la consulta pública *“hace referencia a la posibilidad que tiene el gobernante de acudir ante el pueblo para conocer y percibir sus expectativas, y luego tomar una decisión. En otros términos, es la opinión que una determinada autoridad solicita a la ciudadanía sobre un aspecto específico de interés nacional, regional o local, que la obliga a traducirla en acciones concretas”*. Sentencia C-180 de 1994, MP. Hernando Herrera Vergara.

Por lo pronto seguimos a la expectativa de poder darle cumplimiento a la Política Minera de Colombia, 2016 que propone: *“En 2025 Colombia contará con un sector minero organizado, legítimo, incluyente y competitivo, generador de desarrollo tanto a nivel regional como nacional, y que servirá de apoyo para el apalancamiento del postconflicto. Esto se logrará a través de estrategias y proyectos que mejoren las condiciones de seguridad jurídica, aumenten las condiciones competitivas, generen confianza legítima, optimicen la infraestructura, brinden información oportuna y de calidad y que permitan una institucionalidad minera eficiente y fortalecida”* (p.17), aunada a la expectativa de cuidar del medio ambiente en un ambiente apropiado de liderazgo y gobernanza de la institucionalidad minera.

### **3.1.5.3 Afectación infraestructura pública y privada**

*Autor principal: Montoya, Carlos.*

El impacto y afectación de la minería sobre la infraestructura pública y privada tiene diferentes elementos que deben ser revisados; el primero relacionado con la esencia jurídica y patrimonial en la cual los recursos y el subsuelo son del estado y donde la propiedad y el usufructo de la tierra en el contexto superficial pierde significación en la medida que los títulos y licencias estén plenamente establecidos y para lo cual el tratamiento de la infraestructura y uso del suelo desarrollado en superficie tiene su propia regulación y guía de tratamiento económico; como la figura consagrada en el código de minas: *“Artículo 307. Perturbación. El beneficiario de un título minero podrá solicitar ante el alcalde, amparo provisional para que se suspendan inmediatamente la ocupación, perturbación o despojo de terceros que la realice en el área objeto de su título. Esta querrela se tramitara mediante el procedimiento breve, sumario y preferente que se consagra en los artículos siguientes. A opción del interesado dicha querrela podrá presentarse y tramitarse también ante la autoridad minera nacional.*

El segundo elemento compete a la dinámica de solicitudes mineras y el proceso de licencia y otorgamiento del título minero, visto desde las instituciones a donde concurren toda serie de intereses y dinámicas de orden político y económico, y que en ejercicio de esos poderes se da el otorgamiento de facultades para el desarrollo de labores de exploración, explotación y comercialización de minerales, sin que el criterio técnico necesariamente oriente la toma de decisiones, ello se refleja en las dificultades y conflictos de carácter social y ambiental que enfrenta el sector y la institucionalidad minera, por el otorgamiento a la minería de áreas y ecosistemas de connotación especial como selvas, páramos, humedales, nacimiento y rondas de ríos, que abastecen con la demanda de su recurso hídrico a amplias comunidades.

En el tema de áreas naturales protegidas y conforme con lo expuesto por la entidad, más del 60% de las áreas del sistema de Parques Nacionales Naturales presenta usos no permitidos de la tierra, ocupación y tenencia, que están generando daños en los parques. Por esta situación 92.461 hectáreas han sido transformadas en el periodo entre 2012 y 2015, situación que está siendo estratégicamente abordada por PNN mediante la implementación de los Acuerdos por Uso, Ocupación y Tenencia (UOT); entre otras estrategias de carácter ambiental y sectorial en procura de ganar gobernanza y abordar las dificultades con que se construye la paz en las áreas marginadas del país; en particular y para temas de minería, se destaca lo señalado por la entidad cuando afirma: *“Una de las más grandes dificultades que ha presentado Parques Nacionales Naturales de Colombia para eliminar la actividad de explotación ilícita de yacimientos auríferos en el PNN Farallones de Cali, se relaciona con que en nuestra actual legislación los delitos ambientales, como la invasión de áreas de especial importancia ecológica y daños en los recursos naturales, son excarcelables, por lo que urge generar la normatividad ejemplarizante que permita eliminar el desarrollo de esta terrible actividad ilegal en el área protegida”*. (<http://www.parquesnacionales.gov.co>)

En el país resulta conveniente para algunos proyectos mineros privilegiar el aprovechamiento de las reservas minerales existentes bajo infraestructura pública y/o privada, a partir de procesos de reasentamiento o traslado de población a áreas adyacentes, esta es la forma como se refiere al caso de Marmato-Caldas, Mary Luz Sandoval (2012), quien considera que el proceso de reubicación para la multinacional minera se sustenta en términos de medio ambiente y riesgo, mientras que el gobierno lo defiende desde los argumentos de los intereses sociales por encima de los individuales, solo que ella considera estos últimos coincidentes con los de la multinacional y no con los de los mineros ancestrales, por lo cual califica como un desplazamiento forzado por causas económicas; planteamiento similar a los que se registran para otras zonas mineras del país con situaciones análogas, como las documentadas en investigación del Cinep, 2018. Para la transformación de comunidades afrodescendientes de Roche, Patilla, Chancleta y Casitas, en el sur de la Guajira a causa de la extracción minera.

Esta dinámica parece respaldarse en lo enunciado en la Fase 3 numeral 2.3.4.1.5 Usos del Suelo, de la presente investigación, donde se destacan: la ruptura del tejido social que causa el desplazamiento de familias tras la venta o la expropiación por vía administrativa de sus propiedades, ejemplarizado con: *“ la adquisición de más de 1.500 hectáreas por parte de AngloGold Ashanti en el municipio de Cajamarca, con el consecuente desplazamiento voluntario de campesinos dedicados tradicionalmente a la agricultura y la ganadería, así como las compras de tierras por parte de grandes compañías mineras, especialmente Cerrejón aproximadamente 69.000 hectáreas, Cerromatoso en Córdoba y Mineros S.A. en Antioquia, y diferentes mineras en el páramo de Santurbán”* (p.233).

Para controlar el impacto generado sobre la infraestructura pública y privada es necesario articular y alinear la gestión de las autoridades mineras y ambientales en sus diferentes jerarquías de lo nacional a lo local, involucrando los ejercicios de planeación desarrollado por las Car´s tales como los POMCAs que permiten el tratamiento y la visión del territorio desde la determinación de una unidad biofísica plena e integralmente articulada con lo socioeconómico y cuyos elementos favorecen su adopción en el nivel municipal a través de los ejercicios de ordenamiento territorial; en este contexto Gonzalez L & Duran A, 2017, plantean la necesidad de armonizar las

competencias estatales con las territoriales municipales y locales a partir de los principios de coordinación, concurrencia y subsidiariedad, donde la protección del medio ambiente se erige como el bien jurídico constitucional (p. 41)

Palacios & Ayala (2006), Ayala-Mosquera (2007), Leal (2009), Mos (1978), Mosquera (2000), y Melo (2016) indican que la actividad minera se evidencia al interior de los territorios colectivos del Choco, desde antes de la década de los ochenta y asociado al poblamiento histórico de la región de Pacífico desde la época de la colonia. Las dinámicas productivas giraban alrededor de técnicas artesanales de aprovechamiento minero, configuradas en unidades familiares de producción minera administradas etnoculturalmente por núcleos consanguíneos, cuyas áreas de explotación son heredadas y cuyo usufructo se transfiere transgeneracionalmente, además, esta categoría minera que aún persiste, es estacionaria en un mismo entorno y perdurable durante extensos periodos de tiempo. Según los autores, ésta categoría de minería de pequeña escala, contrasta con la intervención de los sistemas mecanizados con retroexcavadoras introducidos por foráneos a finales del siglo pasado, cuyas operaciones se realizan en un mismo entorno, la mayor parte en un periodo de muy corto plazo, lo que hace que este tipo de explotación se caracterice por ser nómada, por generar fragmentación ecosistémica, y vulneración de la cohesión de núcleos familiares en los entornos comunitarios, por la transición que hace la población nativa de los sistemas mineros artesanales a la actividad del “barequeo” que propicia la explotación con retroexcavadoras. Esta dinámica abiertamente ilegal transforma e impacta dramáticamente el territorio y el medioambiente, invade en ocasiones a sangre y fuego infraestructura pública y privada y propicia pérdida y narcotización de los valores humanos, donde la vida, la naturaleza, la familia, las tradiciones etnoculturales pasan a un segundo plano remplazados por el valor del dinero y el poder a cualquier costo.

#### **3.1.5.4 Cambios en las dinámicas poblacionales y económicos**

*Autor principal: Saldarriaga Isaza, Carlos Adrián.*

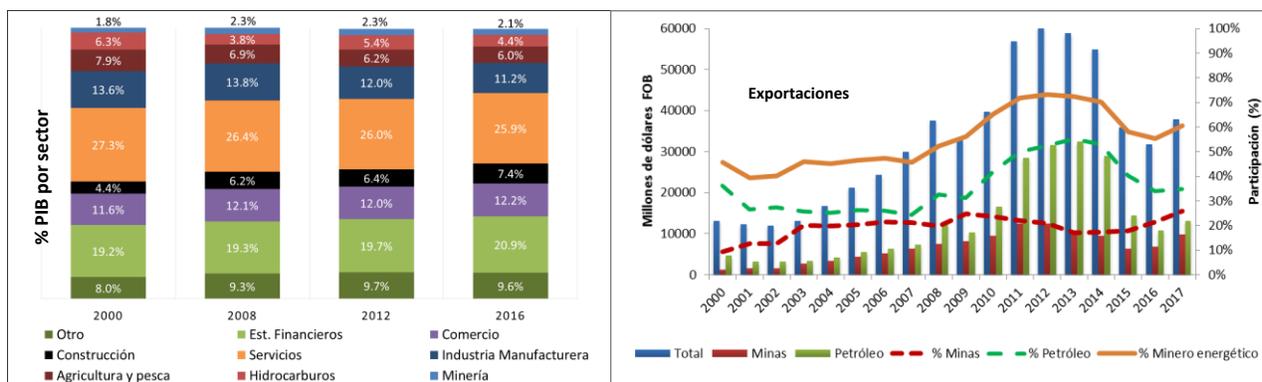
En esta sección se sintetizan los hallazgos sobre los efectos socio-económicos asociados a la actividad minera legal e ilegal en Colombia, en el marco de la política pública del sector. La síntesis recoge los principales aspectos identificados en la literatura disponible, tanto en lo que se refiere a los efectos macroeconómicos de la actividad minera en las últimas 2 décadas, como a sus impactos locales y regionales, incluyendo una evaluación de los regímenes del pago de regalías en términos de sus efectos socio-económicos. Es de anotar que, para el análisis de minería ilegal, una limitante tiene relación con la relativamente poca información disponible, si se le compara con el acervo de literatura que ha analizado la actividad minera legal en cuanto a las dimensiones que atañen al presente capítulo. Considerando esta limitante, se examinan las principales causas y consecuencias de la informalidad, y aquellas dinámicas sociales y económicas alrededor de la minería ilegal/informal. Sobre la denominada minería criminal, se describen aquellos aspectos económicos y sociales asociados a esta actividad, teniendo en cuenta también sus efectos sobre la pequeña minería legal y la informal/ilegal tradicional.

En cuanto a sus efectos macroeconómicos, durante las últimas dos décadas la participación de la minería en el producto interno bruto colombiano (PIB) ha estado alrededor del 2%, y una contribución importante a las exportaciones del país que rodea el 20% (ver Figura 1). Pacheco y Saldarriaga-Isaza (2019) muestran que la concentración de la actividad económica en la extracción

*Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.*

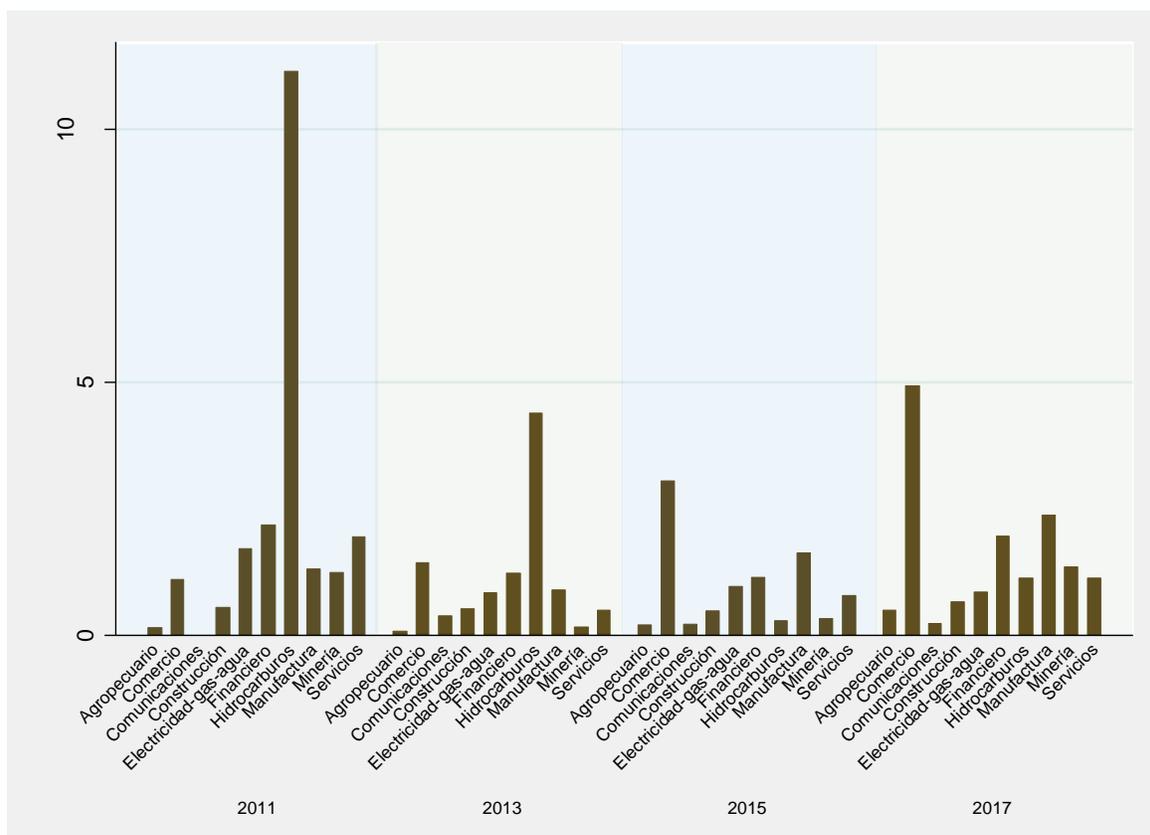
*Documento de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano*

de estos recursos ha estado asociada positivamente con aumentos del crecimiento económico de los departamentos minero-petroleros de Colombia. A esto se le suma un alto flujo de inversión extranjera hacia el sector minero durante la pasada década, que coincide con el cambio en la política pública que rige al sector desde 2001 (ley 685), como parte de la Estrategia minera para América Latina y El Caribe promovida por el Banco Mundial (Van der Veen et al, 1997).



**Figura 2.** PIB y exportaciones en Colombia 2000-2016. Fuente: Elaboración propia con datos de DANE y Banco de la República

El incremento en la actividad minera de los últimos tres lustros, significaría una contribución a las finanzas públicas de la nación y varias regiones del país, vía el pago de impuestos de renta, patrimonio e IVA, así como los aportes por regalías y contraprestaciones (Cárdenas y Reina, 2008). Por ejemplo, en la presente década, el sector minero ha tributado por impuesto de renta montos similares a otros sectores económicos tales como la industria manufacturera en el año 2011, o al sector servicios en 2017 (ver figura 2); lo que contrasta con su relativa menor participación en el PIB (ver figura 3).



**Figura 3.** Impuesto de renta por sector económico. Fuente: Elaboración propia con datos de DIAN.

No obstante, esta importante contribución en términos tributarios, varios análisis resaltan el costo fiscal que para el país ha significado una serie de beneficios tributarios otorgados al sector minero; esto en el marco de la misma política antes mencionada que promulga un “marco fiscal moderno y competitivo”. Solo para el año 2012 el sector extractivo era de lejos el de mayores beneficios tributarios en el país, pasando de unos beneficios del 12% en 2000 a 26% en 2012 (Martínez et al, 2013). En total, se estima que, durante las dos últimas décadas, el costo fiscal por diferentes beneficios tributarios al sector estaría entre \$13 billones (Morales, 2017) y \$41 billones (Villabona y Quimbay, 2017). En general, de acuerdo a Villabona y Quimbay (2017), junto con el sector financiero, entre 2000 y 2015 el sector minero es el que disfrutó de mayores beneficios tributarios, mientras que el sector agrícola fue el de menos.

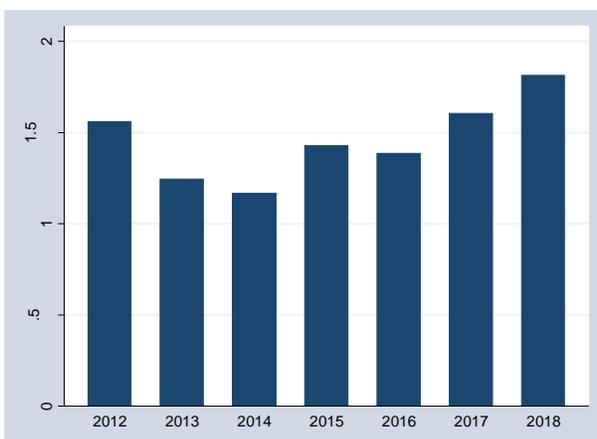
En el plano regional, varios trabajos muestran que el desarrollo social y económico de municipios con minería o hidrocarburos tiende a ser menor que el de aquellos municipios no mineros (ver Tabla 10). Sin embargo, la causa del estado de estos indicadores iría más allá de la propia actividad minera. Al respecto, Ibáñez y Laverde (2014) encuentran que, para los municipios mineros, en particular aquellos con explotación de oro y plata, para antes de iniciarse la explotación minera ya exhibían una debilidad institucional y ciertas condiciones de vulnerabilidad socioeconómica; condición que podría llegar a exacerbar ciertos círculos viciosos aparentemente asociados a la actividad minera.

**Tabla 10** Promedio algunos indicadores sociales para municipios mineros y no mineros a 2005.

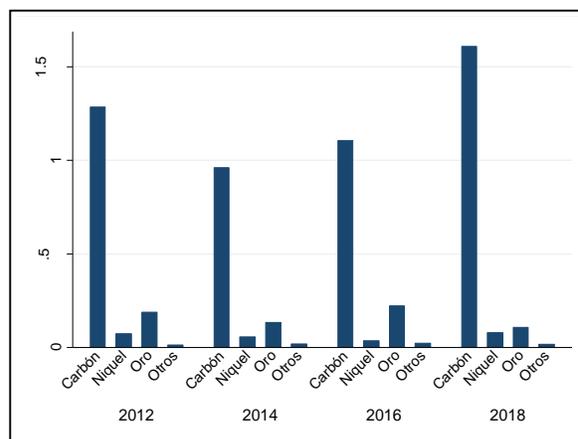
Indicador	Municipios no mineros	Carbón Cesar	Carbón La Guajira	Oro	Níquel
Hogares con NBI (%)	30	76	75	48	53
Población analfabeta (%)	10	18	27	17	17
Población en pobreza (%)	43	90	90	72	80
Tasa mortalidad infantil	15	39	43	21	27

**Fuente:** Elaboración propia con base a Rudas y Espitia (2013).

Por el lado de la contraprestación que realizan las empresas del sector minero el Estado por la explotación de este recurso no renovable, en los últimos años el valor de las regalías ha estado alrededor de los \$1,5 billones anuales. Por tipo de mineral, el carbón aporta casi el 90% del total de regalías del sector (ver Figura 4). Hasta la fecha, y en el marco de la Constitución Política de 1991, ha habido dos regímenes para el pago y distribución de estos recursos. Fondo Nacional de Regalías, primer régimen creado en el artículo 391 de la Constitución, el cual sería luego modificado mediante acto legislativo 005 de 2011, dando paso al actual Sistema General de Regalías.



Regalías mineras



Regalías por tipo de mineral

**Figura 4.** Regalías generadas por extracción de minerales y pago de regalías por tipo de mineral, 2012-2018 (cifras en billones de pesos). Fuente: Elaboración propia con datos de la Agencia Nacional de Minería.

Si bien la modificación hecha en 2011 se dio para superar una serie de dificultades y deficiencias del primer régimen, el impacto sobre el desarrollo regional, del uso de las regalías, dista del deseado. Respecto al primer régimen, una conclusión general de los estudios sobre el tema es que el efecto de las regalías directas en el bienestar de las entidades territoriales no solo no fue el

deseado, sino que por el contrario generó una dependencia fiscal que no era sostenible (Benavides et al, 2000; Ibáñez y Laverde, 2014). La ejecución de estos recursos tuvo problemas relacionados con la equidad, la eficacia, la eficiencia y la corrupción, debido a los criterios de distribución adoptados, entre ellos, una alta discrecionalidad en el gasto y ningún criterio económico o social para la asignación de los recursos (Benavides et al, 2000). De manera similar, evaluaciones hechas al Sistema General de Regalías, régimen actual, muestran unos resultados poco alentadores y distantes de los propósitos de la reforma hecha en 2011. Respecto al tipo de proyectos ejecutados, algunos estudios destacan la atomización en la asignación de estos recursos al financiar obras de menor cuantía, y por consiguiente de poco impacto regional (Hernández y Herrera, 2015; Botero et al, 2015); es decir, persiste un patrón de gasto ya observado en el anterior régimen de regalías (Benavides et al, 2000; Tamayo, 2012), y que justamente la reforma buscaba cambiar (Botero et al, 2015).

Desde una perspectiva de la equidad, las evaluaciones hechas contrastan en sus resultados. Así, mientras Hernández y Herrera (2015) concluyen que la asignación de regalías por habitante estaría teniendo en cuenta el nivel de desarrollo de las entidades territoriales, Moyano y Wright (2015) sugieren la forma en que se han distribuido las regalías en la región Caribe ha tenido un impacto débil sobre la reducción de la pobreza. Se añade a lo anterior el hecho hallado por Botero et al (2015), quienes señalan que si bien el SGR ha beneficiado mayoritariamente a municipios pequeños (categorías 5 y 6), estos corresponden a municipios de los departamentos centrales del país, lo que reequilibra de forma intradepartamental la distribución de recursos de regalías, pero no interdepartamentalmente, quedando en entredicho la equidad regional que busca el SGR. Esto se ha dado en el marco de una baja ejecución de los recursos disponibles para inversión, explicada por el estricto proceso administrativo que se adoptó para guiar el uso de estos recursos (Hernández y Herrera, 2015), y las altas exigencias en materia de estructuración y ejecución de los proyectos de inversión de este sistema; exigencias que, según la Contraloría General de la República, no se han traducido en un manejo más eficaz, pertinente y probo de estos recursos (CGR, 2017).

#### 3.1.5.4.1 Ilegal/Informal

De acuerdo el actual código de minas (ley 685/2001), la extracción ilícita de minerales es aquella que se realiza sin título minero vigente o sin la autorización del titular de la propiedad. Se diferencia de la extracción informal en que esta última, aun siendo legal, se realiza sin cumplir normas mínimas de tipo técnico, contable, de salud ocupacional o pago de tributos (Salazar, 2014). Gran parte de la informalidad o ilegalidad en la extracción se observa en minerales tales como oro, carbón o materiales de construcción, a escalas menores de producción.

Quienes participan en este tipo de minería, generalmente son comunidades para quienes la extracción de minerales es una fuente de subsistencia, siendo la actividad más atractiva en términos de generación de ingreso ya sea por condiciones naturales, de rentabilidad en comparación a otras actividades como la agricultura, o simplemente por tradición (Güiza, 2010; Salazar, 2014; Cano, 2018), ayudando por lo tanto a aliviar o evitar la situación de pobreza de muchas de estas comunidades ubicadas en zonas remotas y de poca presencia estatal.

El cumplimiento de la normatividad no ha sido sencillo para mineros quienes bajo la actual legislación son ilegales (Salazar, 2014). Por otro lado, la alta informalidad en el sector se explica a una regulación que es compleja, de difícil y costoso cumplimiento, a lo que se le agrega la debilidad

o limitada capacidad del Estado para supervisar y hacer cumplir la norma de manera eficaz (Procuraduría General de la Nación, 2011; Salazar, 2014).

Por el lado de la extracción de minerales que ilegalmente adelantan grupos criminales, Rettberg y Ortiz-Riomalo (2016) sugieren que estas organizaciones han desarrollado capacidades para extraer beneficios de diferentes recursos, incluyendo el oro, ya sea simultánea o alternadamente, desarrollando una especie de portafolio de recursos de los cuales extraer una renta. Además de ingresos por extorsión a mineros, los actores criminales adquieren y operan minas ilegales para lavado de dinero del narcotráfico, y en casos puntuales se ha visto la colaboración de mineros ilegales con actores armados, y pago de coimas a la fuerza pública para disuadir a las autoridades de aplicar la ley (Tubb, 2015). En este sentido, el contexto institucional de la actividad minera más su ubicación en sitios remotos, con baja presencia estatal, y el tamaño de su explotación, condicionan su relación con el conflicto y sobre todo con actores del narcotráfico (Sandoval et al, 2017).

Adicional a las regalías y tributos dejados de pagar al Estado, los cuales suman varios miles de millones de pesos (Procuraduría General de la Nación, 2011), un notorio y dramático efecto de la actividad minera ilegal son los costos y/o pasivos ambientales dejados por ésta a lo largo y ancho de la geografía nacional. Por ejemplo, sólo para la zona del Bajo Cauca en el departamento de Antioquia, en donde existirían por lo menos 35 mil hectáreas degradadas por la actividad minera (Jiménez, 2012; Castaño, 2014), la pérdida de capital natural asociada a esta actividad sería de más de \$4 billones; es decir, un 24% del PIB minero de Colombia en 2017. Estas cifras son únicamente ejemplos de una realidad que no es incluida en las cuentas nacionales; cifras que aumentarían si se consideraran otras áreas degradadas por minería y otros pasivos ambientales por pérdida de servicios ecosistémicos generados por la actividad.

## **3.2 APORTES EN LA LUCHA CONTRA LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE MINERALES**

### **3.2.1 Criminalización vs Situación Social.**

*Autor: Macias Gomez, Luis Fernando.*

Colombia, como casi toda América Latina es un país minero. Desde los primeros habitantes del continente se tiene una práctica de explotación de los recursos mineros. En aquella época antes del descubrimiento el uso de minerales hacía parte de las prácticas culturales de las diversas culturas indígenas que poblaron el continente, incluido el comercio de estos, en virtud del trueque. Posteriormente en el periodo de la colonización se le da estos minerales un valor mercantil entrando así en la lógica de la mercantilización y posteriormente en la lógica de una economía capitalista.

En la actualidad estos recursos son fuente de ingresos de los países, de control de las economías y de poder económico y político tanto de algunos Estados como de grandes empresas.

Esta dinámica ubica la actividad minera en el centro de los modelos de desarrollo de los países, en especial, aquellos que centran sus economías en estos productos.

En ese contexto debe analizarse la criminalización de la actividad minera ilegal y la legal. En efecto, es necesario antes precisar algunos conceptos para poder comprender el alcance de la problemática.

Como actividad ancestral que viene desde los orígenes de la formación de las sociedades, la minería ha sido desarrollada en forma artesanal o de simple supervivencia, o bien como una actividad económica industrial.

En ese orden de ideas se puede hablar de actividad minera legal, que es aquella que cumple con todos los requisitos legales, tanto desde el punto de vista minero, ambiental, laboral, comercial, tributario, entre otros. Es decir, una minería practicada dentro del marco jurídico del país.

Existe una minería tradicional, definida en una norma suspendida provisionalmente como es el Decreto 933 de 2013, considerada como:

*“La minería tradicional es aquella que se ha ejercido desde antes de la vigencia de la Ley 685 de 2001, en un área específica en forma continua o discontinua, por personas naturales o grupos de personas naturales o asociaciones sin título minero inscrito en el Registro Minero Nacional, en yacimientos minerales de propiedad del Estado y que, por las características socioeconómicas de estas y la ubicación del yacimiento, constituyen para dichas comunidades la principal fuente de manutención y generación de ingresos, además de considerarse una fuente de abastecimiento regional de los minerales extraídos. Esta minería es también informal y puede ser objeto de procesos de formalización a los que hacen referencia los artículos 31 y 257 de la Ley 685 de 2001, así como los programas de que trata el Capítulo XXIV de la Ley 685 de 2001 - Código de Minas. Por lo anterior, se entiende que la minería tradicional es una especie de la minería informal”.*

Esta minería, aun cuando ilegal es reconocida por el Estado en cuanto es considerada como la única fuente de sustento y generación de ingresos para las personas que la practican. No por ella queda por fuera del control estatal por cuanto se establecen procesos para su formalización. Que estos procesos sean eficaces o no, es un tema distinto.

Sin embargo, a partir de la Ley 1753 de 2015 se dividió la minera en de subsistencia, pequeña, mediana y grande.

La primera fue definida por el artículo 2.2.5.1.5.3 del Decreto 073 de 2015 de la siguiente forma:

*“Es la actividad minera desarrollada por personas naturales o grupo de personas que se dedican a la extracción y recolección, a cielo abierto, de arenas y gravas de río destinadas a la industria de la construcción, arcillas, metales preciosos, piedras preciosas y semipreciosas, por medios y herramientas manuales, sin la utilización de ningún tipo de equipo mecanizado o maquinaria para su arranque”.*

Esta minería se refiere a la minería a cielo abierto para materiales de construcción, arcillas y metales preciosos, caracterizada por ser realizada por medios manuales sin utilizar equipos mecanizados.

Hasta allí la situación podría parecer, desde el punto de vista legal, como normal en cuanto se busca regular un sector que ha vivido en la informalidad como parte del poco desarrollo de la actividad, y tal vez, la poca presencia del Estado en esas regiones. Se parte del supuesto que esta minería está

por fuera de los canales institucionales pero el Estado no la persigue, sino que crea mecanismos para su regularización.

Es decir que el problema de prácticas mineras por fuera de los canales institucionales no necesariamente no conlleva necesariamente un proceso de judicialización y criminalización de la actividad. Es por ello por lo que algunos hablan de minería criminal.

Esta minería considerada criminal es la que es objeto de persecución penal (Benavides Vanegas – Ruiz López. 2016), en cuanto está ligada a otras actividades ilícitas como narcotráfico, cultivos ilícitos, fuentes de financiación de grupos armados, es decir que hace parte de ese gran “coctel” de conflictividad del país y que existe en diversas regiones con presencia de estos grupos armados ilegales de todo tipo.

Incluso en Auto 004 de 2009 la Corte Constitucional, al analizar una decisión “sobre Protección de los derechos fundamentales de las personas y los pueblos indígenas desplazados por el conflicto armado o en riesgo de desplazamiento forzado, en el marco de la superación del estado de cosas inconstitucional declarado en la sentencia T-025 de 2004, después de la sesión pública de información técnica realizada el 21 de septiembre de 2007 ante la Sala Segunda de Revisión” señala que:

*“ [...] múltiples grupos indígenas han denunciado estrategias de violencia por parte de los actores armados interesados, o bien en la realización directa de megaproyectos agrícolas y de explotación de recursos naturales, o bien en el apoyo a ciertas empresas y actores económicos que desarrollan estos proyectos, y con los cuales se han asociado para lucrarse con los beneficios de tales actividades. Según se denuncia –y se reseña más adelante en el anexo-, aparentemente algunos actores económicos se han aliado con los actores armados irregulares para generar, dentro de las comunidades indígenas, actos de violencia que eliminen o desplacen a los indígenas de sus territorios ancestrales, despejando así el camino para la implementación de estos proyectos productivos. Ello se deriva, esencialmente, de la existencia de intereses comerciales extensivos en los recursos naturales de sus territorios. En algunos lugares del país es claro que se han vinculado los actores del conflicto armado con intereses económicos, vinculación que es una de las principales causas de desplazamiento forzado”.*

Es decir que aún la misma Corte Constitucional del país reconoce la existencia de una serie de entrelazamiento entre la minería ilegal con grupos armados, con lo cual da lugar a considerar que el planteamiento de la minería denominada criminal hace parte del conflicto colombiano que tiende a recrudecerse en una etapa que difícilmente es previsible en estos momentos.

Esta actividad minera naturalmente causa un gran impacto en diversas esferas de la vida del país y de los intereses jurídicos protegidos. Uno es que contribuye a recrudecer el conflicto del país al convertirse en fuente de financiación, otro que le quita recursos al Estado pues no se pagan regalías ni se genera ninguna compensación económica, afectando además a las actividades mineras lícitas o de subsistencia, además generando un gran daño ambiental en cuanto al no estar bajo el control de ninguna autoridad ambiental ni minera no existen medidas que tiendan a mitigar o manejar los impactos producidos, generándose así el daño ambiental.

Ahora bien, en ese marco se han son diversas las formas en que se ha buscado luchar contra esta actividad, en ocasiones se tiende más a castigarlos por los daños ambientales conforme el delito de daño ambiental y contaminación definidos en la legislación penal de la siguiente manera:

**ARTÍCULO 328.** *Ilícito aprovechamiento de los recursos naturales renovables. El que con incumplimiento de la normatividad existente introduzca, explote, transporte, trafique, comercie, aproveche o se beneficie de los especímenes, productos o partes de los recursos fáunicos, forestales, florísticos, hidrobiológicos de especie amenazada o en vía de extinción o de los recursos genéticos, incurrirá en prisión de dos (2) a cinco (5) años y multa hasta de diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

**ARTÍCULO 331.** *Daños en los recursos naturales. El que con incumplimiento de la normatividad existente destruya, inutilice, haga desaparecer o de cualquier otro modo dañe los recursos naturales a que se refiere este título, causándoles una grave afectación o a los que estén asociados con éstos o se afecten áreas especialmente protegidas incurrirá en prisión de dos (2) a seis (6) años y multa de cien (100) a diez mil (10.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

**ARTÍCULO 332.** *Contaminación ambiental El que, con incumplimiento de la normatividad existente, contamine el aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas o demás recursos naturales en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión de tres (3) a seis (6) años y multa de cien (100) a veinticinco mil (25.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

*La pena se aumentará de una tercera parte a la mitad cuando la conducta se realice con fines terroristas, sin que la multa supere el equivalente a cincuenta mil salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

**ARTÍCULO 333.** *Contaminación ambiental culposa por explotación de yacimiento minero o hidrocarburo. El que por culpa al explorar, explotar o extraer yacimiento minero o de hidrocarburos, contamine aguas, suelo, subsuelo o atmósfera, incurrirá en prisión de dos (2) a cinco (5) años, y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

**ARTÍCULO 337.** *Invasión de áreas de especial importancia ecológica. El que invada reserva forestal, resguardos o reservas indígenas, terrenos de propiedad colectiva de las comunidades negras, parque regional, área o ecosistema de interés estratégico o área protegida, definidos en la ley o reglamento, incurrirá en prisión de dos (2) a ocho (8) años y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

*La pena señalada en este ARTÍCULO se aumentará hasta en una tercera parte cuando como consecuencia de la invasión, se afecten gravemente los componentes naturales que sirvieron de base para efectuar la calificación del territorio correspondiente, sin que la multa supere el equivalente a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

*El que promueva, financie o dirija la invasión o se aproveche económicamente de ella, incurrirá en prisión de tres (3) a diez (10) años y multa de ciento cincuenta (150) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.*

**ARTÍCULO 338.** *Explotación ilícita de yacimiento minero y otros materiales. El que sin permiso de autoridad competente o con incumplimiento de la normatividad existente explote, explore o extraiga yacimiento minero, o explote arena, material pétreo o de arrastre de los cauces y orillas de los ríos por medios capaces de causar graves daños a los recursos naturales o al medio ambiente, incurrirá en prisión de dos (2) a ocho (8) años y multa de cien (100) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes*

Es decir que existe una batería de delitos que se aplicarían a las actividades mineras criminales, pero lo que ocurre es que algunos de los delitos ambientales también podrían aplicarse a la actividad minera ilegal en caso de infracciones ambientales, como ya ha ocurrido en algunos casos. Sin embargo, el problema principal no es el ambiental sino los demás ilícitos que giran alrededor de esta actividad criminal, tampoco son los empleados o grupos de comunidades que sirven a los jefes de esas actividades.

Incluso, la Comunidad Andina de Naciones expidió la Decisión 774 de 2012 con la finalidad de contribuir a la lucha contra la minería criminal, pero también toda minería ilegal, estableciendo la posibilidad de decomisar y destruir los equipos e insumos con los cuales se desarrolla esta actividad minera.

Con todo, el problema no es fácil de resolver en la medida en que existe demasiada capacidad económica de los agentes involucrados en la dirección y obtención del beneficio de estas prácticas. Mucha de esa maquinaria es comprada en el mercado legal, así como los insumos, las grandes cantidades de dinero contribuyen al aumento de la corrupción y de esta forma esta actividad entra en ese espiral de ilegalidad, violencia, corrupción de degradación de todo el sistema social que vive el país, haciendo casi imposible el control de esas actividades.

En ese contexto se podría pensar que la lucha contra esa minería criminal podría orientarse en diversos campos de acción, entre los cuales están, pero sin limitarse a ellos, los siguientes:

1. Acciones tendientes a controlar las fuentes de adquisición de las maquinarias, castigando a los que venden o financian esos equipos, es decir el sector financiero. Este es un actor importante en la lucha contra esa actividad en la medida en que debe ser muy exigente en la trazabilidad y debida diligencia en la financiación de equipos para la explotación minera.

En este sentido algunos de los actores involucrados serían: la Superintendencia Financiera, los gremios del sector financiero, la fiscalía, las fuerzas armadas, el Ministerio de Hacienda y de Comercio.

2. El desarrollo de actividades de inteligencia y operativos militares similares a los desarrollados contra la guerrilla, para bombardear los sitios donde se tenga certeza de estas actividades.

Los actores involucrados serían los organismos de seguridad de la nación, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio del Interior, Presidencia de la República

3. Una mayor presencia del Estado en las zonas donde se desarrollan estas actividades mediante políticas públicas que desincentiven la participación de la comunidad en la ejecución de estas actividades. Presencia que no es militar sino institucional.

Los actores involucrados, entre otros, serían: Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Hacienda, Ministerio de Justicia, Ministerio del Interior, Ministerio de Educación, entidades territoriales.

Naturalmente se podrían enumerar otras acciones, pero mientras el Estado colombiano no diseñe una estrategia democrática para superar el conflicto, la sociedad colombiana condene todo tipo de violencia e ilegalidad y no solamente una de ellas, se desarrollen verdaderos programas de presencia del Estado para superar el atraso y pobreza existente en las zonas donde se adelantan esta actividad minera criminal, se eliminen las fuentes de financiación y en general se adopten verdaderas acciones encaminadas a superar las grandes diferencias entre las regiones y el centro del país, y sobre todo se piense realmente en el país, y no en el beneficio de unos sectores, es casi imposible pensar en la superación de la minería criminal.

La desaparición o al menos el control de esa actividad se logrará una vez todas las fuentes que la alimentan, pero también la impulsan desaparezcan. Solamente cuando el espiral de violencia se supere y se decida construir una sociedad democrática y solidaria, todo quedará reducido a la pura y simple represión criminal de esa actividad, lo cual ha demostrado que no da los frutos esperados.

### **3.2.2 ¿Cómo abordar la dinámica dispersa en el territorio de la minería informal y su concentración en las regiones vulnerables?**

*Autor: Ayala Mosquera, Helcías José.*

Los reportes sobre la extracción ilícita de minerales y sus operativos de control denotan que la minería informal y sin regularización legal se encuentra dispersa en toda la geografía nacional, identificando el aprovechamiento más intensivo en la explotación de metales preciosos (predominantemente oro), luego los materiales de construcción de origen geológico variado, el carbón, y excepcionalmente otros minerales metálicos en una menor dimensión de presión.

Así mismo la explotación indiscriminada sin aplicación de estándares técnicos mineros, ambientales, y sociales, y sin un ejercicio efectivo de fiscalización y de controles de la autoridad minera y ambiental, se superpone con las regiones con los peores indicadores de pobreza, inseguridad y un cumulo de carencias en materia de infraestructura de transporte, servicios públicos, comunicación, entre otros. Lo cual exige el desarrollo de estrategias complementarias e integrales que fortalezcan la gobernabilidad institucional en las regiones, y en consecuencia se garanticen y estimulen la inserción de estas economías extractivas legítimas y tradicionalmente presentes en los territorios en nuevos esquemas de emprendimientos competitivos, ecoeficientes, formales, y bajo el amparo de la titularidad minera y ambiental.

En la perspectiva descrita, sería menester acometer las siguientes acciones estratégicas:

### **3.2.2.1 *Provocación y disposición de los espacios de diálogo regional para la determinación consensuada y participativa del quehacer minero en contexto***

Para el análisis de la situación crítica de la minería en pequeña escala en el País, se amerita la disposición institucional, comunitaria y gremial para analizar los conflictos asociados a esta actividad en los contextos regionales, departamentales y locales, que además implica fomentar la explotación minera con una visión que incluya las percepciones de los grupos étnicos, la necesidad del ordenación minero ambiental promovida por la institucionalidad, y los enfoques de responsabilidad social y ambiental. En estos espacios se pueden propiciar la retroalimentación y/o reformulación del marco regulatorio actual, que a todas luces resulta inefectivo en su aplicación. Cabe anotar, que, ante la limitada cobertura y presencia institucional de la institucionalidad en la provincia, será de gran ayuda la participación de las estructuras de liderazgo comunitaria en la consolidación de la gobernanza territorial, minera y ambiental en las regiones con potencialidad minera.

### **3.2.2.2 *Gestión de información y conocimiento para la delimitación de las áreas susceptibles para fomento de la minería de pequeña escala bajo esquemas formales y legales***

No puede desconocerse la vinculación de un número importante de emprendimientos mineros en el territorio nacional que dinamizan economías locales, los cuales han estado presentes durante centurias, tales iniciativas legítimas requieren acompañamiento estatal en sumo grado y en reconocimiento de su contribución a la ocupación y empleo, la generación de ingresos, y el desarrollo de encadenamientos productivos, los cuales, deberían ser objeto de acompañamiento para impulso de procesos alternativos o de promoción minera responsable. En tal sentido, y partiendo de la diversa vocación económica y ambiental del territorio nacional y en contraste con la posible superposición de intereses interés socio ambientales y económicos, es menester definir agendas de desarrollo y fomento minero, sobre la base de la disposición de información sobre la geología económica y sobre la viabilidad técnica en el aprovechamiento minero de pequeña escala en ciertas áreas, y especialmente para la estimulación de iniciativas de minería comunitaria con adición de procesos de transferencia y/o adaptación de tecnologías de producción limpia y responsable.

### **3.2.2.3 *Reconfiguraciones del enfoque de la autoridad minera la formalización y regularización minera***

La acción estatal entorno a la dinamización y materialización de esfuerzos orientados a lograr la legalidad y la formalización de la extracción ilícita en las regiones, en todo caso, requiere de la revisión de las siguientes conceptualizaciones paradigmáticas:

- **Trabajo minero en el escenario viable de la obtención de un título:** Debe entenderse y escalar esta pretensión como un escenario ideal de llegada, que se configura como un resultado al final de todo el proceso integral de formalización y/o de legalización minera, en reconocimiento que la actividad minera informal y sin licenciamiento se realiza de hecho en el territorio, por tanto es discordante la exigibilidad inmediata de titularidad minera a una actividad tradicional y desde la concepción consuetudinaria reconocida como legítima, entre otras cosas resolver estos asuntos legales no necesariamente sugiere un abordaje racional del aprovechamiento minero en los contextos de alta presión de la minería informal, y al contrario los operativos con destrucción de la maquinaria y la judicialización

de los pequeños mineros no ha desestimulado la actividad extractiva, pero si ha deprimido la economía local de municipios tradicionalmente mineros.

- **Promoción de la asociación para el emprendimiento minero formal:** La magnitud de la complejidad y la dispersión incremental de los emprendimientos mineros de pequeña escala en el País, implica un fuerte ejercicio de relacionamiento con los pequeños mineros, construcción de confianza, y ante todo la promoción de la asociatividad para lograr robustez en el apalancamiento financiero necesario en el desarrollo. De otro lado, siempre será buena práctica, reconocer y fortalecer las expresiones gremiales mineras existentes.
- **Capacitación del Emprendedor Minero:** La minería responsable y racional, el impulso de la producción ecoeficiente, la gestión minero ambiental, requiere de la capacitación integral del minero, solo así podrá afrontar con conocimiento los requerimientos normativos y los desafíos de quehacer minero responsable.
- **La promoción optimista de la contribución de la minería a la productividad y el desarrollo económico:** En las regiones la minería de pequeña escala e informal influye significativamente en la dinámica económica, pero esta relevante práctica productiva contrasta drásticamente con los indicadores de pobreza de las regiones mineras tradicionalmente, tal como se vislumbra en el Chocó, Córdoba, Nariño, Boyacá y Bolívar, entre otros, en tal sentido, se requiere del acompañamiento institucional, para la creación de escenarios de bienestar colectivo a partir del impulso de la minería desde una perspectiva comunitaria, y la asimilación del sector minero como un soporte estructural de la economía en la provincia, lo cual, obliga su inserción en todas las dimensiones de la planeación del desarrollo y en el ordenamiento ambiental territorial.

#### **3.2.2.4 Ordenación minero ambiental y restauración de áreas perturbadas**

Agendar el desarrollo minero con la supervisión y acompañamiento de la institucionalidad podrá ser posible en la medida que proceda la auscultación holística del territorio y se reformulen determinadamente la viabilidad económica, ambiental y social del emprendimiento minero, conjugando tal decisión con la participación de actores comunitarios, gremios, y las autoridades locales, esta acción conjunta contribuiría a la gobernanza real y efectiva del territorio y la introducción de un enfoque prospectivo y de desarrollo concertado menos problemático con la estimulación de un sector que ha sido vital para la economía de un sinnúmero de zonas tradicionalmente mineras. Así mismo corresponde delimitar las zonas de reconversión económica con agregación de la restauración ambiental de áreas perturbadas por la irracionalidad minera.

#### **3.2.3 Coexistencia minera**

*Autor: Peña Ortiz, Javier Ignacio.*

La explotación minera en Colombia se ha convertido en una de las fuentes de financiación del conflicto, los grupos ilegales, pueden obtener de esta actividad grandes ganancias económicas, sin necesidad de exponerse al contrabando de narcóticos, en este sentido es más fácil para estos grupos ilegales el lavado de activos.

La minería ilegal alcanza entre el 50 % y el 80 % de la actividad extractiva en Colombia (contraloría general de la República, 2012, Villegas, 2013).

El código de Minas (Congreso de la República, Ley 685 de 2001, Art 159) Además el código Penal (Congreso de la República, Ley 599 de 2000, Art 244, según el Código de Minas) lo señala como un delito, la legislación ambiental (Congreso de la República, Ley 99 de 1993) El 80% de la minería en Colombia es ilegal, (Contraloría).

Existe en el país la legislación para controlar, detener e impedir la minería ilegal en el corto, mediano y largo plazo.

Se debe tener conciencia por parte de las autoridades del orden municipal, departamental y nacional para la aplicación efectiva de la Ley y que se logre de este modo la eliminación de la MI en el país, tarea ardua y de difícil cumplimiento.

Las acciones estratégicas deben estar encaminadas a la identificación plena de las personas que actúan en los grupos que se dedican a hacer minería ilegal, hecha esta acción se debe crear un cuerpo elite que tenga toda la capacidad legal, institucional y operativa para entrar de lleno en las áreas y zonas de la nación que son objeto de la minería ilegal.

Que la justicia sea capaz de hacer cumplir todo el bagaje legal que existe en los códigos penales, legales, ambientales ya que por ser la mayoría de los actores agrupaciones que actúan y están al margen de la ley, no se pueden hacer acciones de tipo toma de conciencia, capacitación sino de hecho acciones de tipo coercitivo, ni siquiera de dialogo si no que se debe entrar a chocar de manera directa con las mismas armas que estos grupos utilizan.

El estado a por medio de los mecanismos legales que tiene para controlar la compra y venta del oro debe controlar todas las fundiciones y las compraventas buscando la legalidad y hacer el control efectivo por medio de la DIAN, Fiscalía General de la Nación, Contraloría para controlar, suprimir y acabar con el mercadeo del oro que en la mayoría de los casos no se queda en el país y es una de las mayores fuentes del lavado de activos.

Los grupos de interés que actúan dentro de la minería ilegal ya en su mayoría han sido identificados por el gobierno nacional.

Según el brigadier general José Gerardo Acevedo los responsables de la minería ilegal en el país son las FARC, el ELN, las bandas criminales; como los ‘Rastrojos’, la ‘Empresa’, el clan se los ‘Úsuga’ y particulares que tienen mucho dinero. “Por lo general en donde está la explotación está la presencia de ellos. Es el caso del bajo Cauca, el Sur de Bolívar; Taraza y Cáceres en Antioquia, Cauca y Nariño”. Hoy en el país se ha incrementado y ampliado el área del actuar de los grupos ilegales y se han desarrollado hacia otros departamentos en algunos casos de manera directa y en otros por medio de sus colaboradores incrustados dentro de los mismos mineros

Nuevos departamentos y áreas se han visto comprometidos por parte de los grupos ilegales

Se presenta en los departamentos del Choco, Cauca, Nariño, Putumayo, Antioquia, Vaupés, Amazonas, Guainía, Vichada; Córdoba, Santander, Valle, Nariño entre otros con mayor o menor escala.

Con el ingreso de los grupos ilegales se daña el medio ambiente, el tejido social y familiar, la estructura geográfica y se hace una modificación y uso del suelo destinándolo para otros fines y

cambiándole su función social realizando explotación del recurso oro, hídrico, forestal y mineral sin ningún tipo de orden ni de ley ya que el estado como tal no hace presencia y aun conociendo los detalles de estos accionares ilegales se hace el de la vista gorda permitiéndolos de manera descarada la explotación de los recursos naturales sin ningún reparo.

Se cambian y modifican los cauces de los ríos y en general de los recursos hídricos, las descargas de elementos nocivos como el mercurio y el cianuro lo hacen de manera directa a las fuentes contaminando todas las aguas y envenenando el suelo con la toxicidad que provoca el cianuro y el mercurio. Así estos suelos tendrán que esperar muchos años para que puedan volver a ser útiles para la agricultura y para recibir de nuevo a los recursos forestales y plantas que allí se daban y con esto también eliminar la fauna y la riqueza ictiológica, aves y todo lo que es el recurso biótico y abiótico.

Uno de los mayores daños que causa entre las autoridades es el mal que está acabando con el país y con la credibilidad de las instituciones es la CORRUPCIÓN en mayúscula, ya que las entidades de control de la nación, autoridades militares y civiles han sido y son de manera fácil y sencilla permeadas por los dineros que a manos llenas fluye hacia ellos provenientes de la minería ilegal, con esto se permite el accionar de los grupos ilegales y al margen de la ley que a sus anchas siguen explotando el recurso oro.

Uno de los ensayos y elementos que se muestra para resolver el impacto de la minería Ilegal en la región y con irradiación hacia todo el país es el Programa de Coexistencia Minera, que estamos implementando y haciendo en el municipio de California, Santander.

El programa de COEXISTENCIA minera tiene como objetivo el de Promover la eliminación de la minería ilegal a corto, mediano y largo plazo mediante la creación de la empresa de “CALIMINEROS SAS”.

Acciones estratégicas que van a permitir implementar la incorporación de los mineros de la zona Californiana en la zona del programa coexistencia, con esta acción de tipo estratégico se le va a facilitar a los mineros un área en donde ellos van a trabajar y desarrollar la minería conservando las tradiciones y a su vez incorporando nuevas tecnologías que van a dar beneficios en el manejo ambiental. El área objeto del trabajo ya tiene los estudios de reservas ya comprobados y se están adelantando los trabajos del PTO, estudio geo metalúrgico y el EIA unido con el PMA.

Dentro de estas acciones se encuentran:

- Mantener y fortalecer la cultura y la tradicionalidad de la pequeña minería en la localidad.
- Convertirse en el programa más moderno, eficiente y social para la legalización y formalización minera en la región con la posibilidad de hacer réplica en otras regiones mineras del país.
- Aportar al crecimiento de la economía local y regional por medio de la actividad minera.
- Desarrollar la actividad minera como lo dice su nombre “coexistencia” uniendo a todos los mineros como son los tradicionales, informales y barequeros o de subsistencia y de este modo eliminar asomos y prácticas de minería ILEGAL.
- Propender por el desarrollo de la industria minera eliminando el uso del mercurio y del cianuro como elementos esenciales para recuperación del oro mediante amalgamación y cianuración.

- Implementar desarrollos tecnológicos de mejora para contribuir al mejor avance y cumplimiento ambiental empleando técnicas que nos permitan recuperar el entorno usando la flotación como la técnica primaria en recuperación de los metales auroargentíferos.

Grupos de interés. Los estudios que se han efectuado hasta el momento pasan por las autoridades locales, la participación de la iglesia, el concejo, GPS ( Gran Pacto Social) que une la autoridad local, la comunidad y la gran minería, el equipo técnico de coexistencia, la autoridad nacional que regula estos menesteres mineros como el ANLA, Ministerio de Minas y Energía, ANM ( Agencia Nacional de Minería), la CDMB ( corporación para la defensa de la meseta de Bucaramanga), universidad del Rosario ( Bogotá), Universidad British Columbia ( Canadá), FCM ( Federación Colombiana de Municipios), mineros informales y mineros de subsistencia más los mineros tradicionales que esperamos se integren al proceso. y el apoyo total de la gran minería bajo la compañía MINESA SAS.

Beneficios y beneficiarios. Se trabajará bajo el amparo de un título (minero), Se mejora la calidad de vida de los mineros y su núcleo familiar, Se genera el empleo formal, Desarrollo de la economía local y regional, Ambientes laborales óptimos de convivencia y calidad, Se crean los medios apropiados ambientales y de buena calidad y cumplimiento.

Roles de los tipos de mineros, que laboran en la región (California) y personas que son objeto del estudio y del programa de coexistencia. En el territorio existen tres tipos de mineros definidos de manera clara y son: Mineros tradicionales, mineros de barequeo o de subsistencia y galafardos. Cada uno de ellos presenta unas características especiales y definidas como tal que los hace merecedores a esa denominación.

- El minero tradicional adelanta actividad en pequeña escala sin tener título minero ni licencia ambiental, en una mina que en la mayoría de las veces se encuentra en terrenos de su propiedad.
- Barequero es la actividad que se desarrolla en los ríos y fuentes hídricas lavando arenas de manera manual en el equipo llamado canalón.
- Galafardos: es el nombre que en esta región recibe la persona que se dedica a hacer minería de manera esporádica y no se encuentran regularizados, hacen labores sin el permiso de los dueños de la mina, empleando todos los medios a su alcance para conseguir el oro.

Se asociaron 123 mineros en primera instancia, luego 27 para completar 150 mineros asociados en CALIMINEROS SAS. Existen 63 mineros tradicionales con los cuales se está conversando para que entren al programa.

### **3.2.4 Articulación institucional**

*Autor: Pinto Martínez, Elías.*

#### **3.2.4.1 Descripción de la temática en el marco de la Explotación ilícita de minerales**

La explotación ilícita de minerales comprende diferentes minerales, entre ellos, materiales de construcción, oro y plata, carbón y minerales industriales como las calizas, entre otros. Puede ir desde dimensiones pequeñas hasta grandes volúmenes de materiales removidos, como en el caso

del oro en depósitos aluviales o pequeñas cantidades en minería de filón, puesto que implica acceso a explosivos, que son controlados.

Algunos factores que permiten su presencia están asociados a las facilidades manuales aplicables en algunos casos, acceso a los depósitos mineros, mercado y precios; es común en materiales de construcción o de oro que se puede desarrollar manualmente o con equipos de pequeñas dimensiones, sin embargo, en los últimos años, ha aumentado el uso de equipos mecanizados que pueden intervenir grandes áreas. En algunos casos asociados a grupos armados al margen de la Ley, lo que hace más complejo su control.

Esto, además de las implicaciones técnicas y tecnológicas, comprende un mercado de oferta y demanda, donde se presenta en condiciones variables, asociadas al tipo de mineral, por ejemplo los materiales de construcción son una necesidad en todos los municipios para construcciones y arreglos locativos de viviendas, vías, infraestructura y edificaciones de mayor nivel y en otros minerales como el oro, su valor en el mercado y la accesibilidad a yacimientos con altos tenores; se transforman en motivadores de una actividad que permite acceder a buenos ingresos, independiente que sean mal usados y alimenten el consumo de alcohol, drogas, delincuencia, prostitución y violencia.

El control a la explotación ilícita de minerales, desde la Ley 685 de 2001, se le asignó a las alcaldías, quienes en gran medida no cuentan con instrumentos y capacidad suficiente para esta labor, la cual ha venido siendo complementada por acciones de la fuerza pública, lo que ha permitido un control relativo, que se podría mejorar con control preventivo, fortalecimiento de las autoridades y la creación de un órgano exclusivo para dicha tarea.

A esto se suma, que las necesidades socioeconómicas de un grupo de personas, los llevan a asumir riesgos laborales, de salud y algunos casos exponiendo su propia vida.

Hace unos pocos años, se ha logrado fortalecer acciones conjuntas para el control, que contemplan desde personal calificado, herramientas logísticas para su identificación y localización, operatividad, normatividad y articulación interinstitucional.

#### **3.2.4.2 Acciones o propuestas estructurales**

- Brindar oportunidades de trabajo donde se sientan satisfechos por su reconocimiento social, ingresos, uso de sus ingresos, como alternativas diferentes a la minería de las que se sientan orgullosos para su desarrollo personal y comunitario.
- Si las condiciones son favorables para el desarrollo minero, buscar de manera casuística y por escenarios diferenciados, la forma de hacer una minería en sitios permitidos que no superen la capacidad de cambios que tienen en su entorno.
- Ofrecer apoyo tecnológico, financiero y administrativo con capacitación, asistencia técnica y financiera, proyectos demostrativos diseñados por ellos mismos, para que apliquen de acuerdo a sus condiciones las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales, de manera continua y progresiva.

- Construir con los mineros y otras actividades productivas presentes en la zona una mentalidad cooperativa o asociativa o sinérgica de progreso, con un enfoque de economía de escala y encadenamiento productivo local, con respecto a la dignidad humana, a la convivencia comunitaria y con acompañamiento externo permanente.
- Adaptar los diferentes instrumentos jurídicos, técnicos, tecnológicos, financieros y cultura minera dinámica, que los lleve a respetar las bondades y vulnerabilidades de los territorios y sus poblaciones.

### **3.2.4.3 Grupo de interés involucrados en cada o propuestas**

Será clave la coexistencia de actividades con límites, acordados de acuerdo con su proyección de largo plazo, incorporando la actitud del territorio, los usos históricos y los usos potencialmente equilibrados, esto implica un trabajo respetuoso, conjunto, articulado y de beneficio común para todas las partes, con roles complementarios, algunos con acción previa y otros con simultaneidad, por lo tanto, comprende un trabajo conjunto entre:

- Autoridades:
  - Nacionales
  - Regionales
  - Locales
  - Ambientales
  - De uso de suelo
  - De gestión del riesgo
  - Mineras
  - Agropecuarias
  - Turísticas
  - De salud
  - Infraestructura
  - Culturales
- Gremios y asociaciones de pequeños productores
  - Mineros
  - Agropecuarios
  - Turísticos
  - Transporte
- Apoyo tecnológico
  - Universidades
  - Asociaciones de profesionales relacionados
  - Expertos de confianza de las partes
  - SENA

## REFERENCIAS

- ABCOLOMBIA. (2012). Regalándolo todo: Las consecuencias de una política minera no sostenible en Colombia. Londres: ABCOLOMBIA.
- ACM. (2016). Informe estadístico minero, Regalías mineras. Obtenido de Asociación Colombiana de Minería: <https://www.anm.gov.co>
- ACM. (2016b). Colombia Mining Vision By 2025. Bogotá, Colombia: ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE MINERÍA-NORTON ROSE FULBRIGHT.
- Acosta, D. (2016). Impactos ambientales de la minería de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de Samacá (Boyacá) según reportes ASIS 2005 - 2011. (U. D. Caldas, Ed.) Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Agudelo, C., Quiroz, L., García, J., Robledo, R., & García, C. (2016). Evaluación de condiciones ambientales: aire, agua y suelos en áreas de actividad minera en Boyacá, Colombia. *Revista Salud Pública*, 18(1), 50-60.
- Agudelo-Calderón, C., García-Ubaque, J., Robledo-Martínez, R., García-Ubaque, C., & Quiroz-Arcenales, L. (2016). Evaluación de condiciones ambientales: aire, agua y suelos en áreas de actividad minera en Boyacá, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(1),50-60.
- Alhamed, M., & Wohnlich, S. (2014). Environmental impact of the abandoned coal mines on the surface water and the groundwater quality in the south of Bochum, Germany. *Environmental Earth Sciences*, 72(9), 3251–3267.
- Almanya, S. (2010). Transformación de sólidos provenientes de lodos generados en el sistema de alcantarillado de Bogotá mediado lombriz roja californiana (*Esenia foetida*). Bogotá: Universidad del Bosque.
- Alonso, D., Latorre, S., Castillo, E., & Brandao, P. (2014). Environmental occurrence of arsenic in Colombia: a review. *Environmental Pollution*, 186, 272-281.
- Andrade, G. I.; Castro, L. G. (2012). Degradación, pérdida y transformación de la biodiversidad continental en Colombia, invitación a una interpretación socioecológica. En *Ambiente y Desarrollo XVI* (30); 53:71. Recuperado 04 de agosto de 2018. <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/3196>
- Andrade, M. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. VOLUMEN XXXV: 137. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*
- ANLA. (2017). Respuesta a oficio Radicado 2017-080658-1-000 del 28 de septiembre de 2017. Expediente LAV0059-00-2017. Bogotá: ANLA, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Antón-Sanchez, J. H. (2004). Condoto: Crónicas y leyenda. Santiago de Cali, Colombia: Artes Gráficas del Valle Ltda.-Natyith Quintana-Fundación "Las Mojarras".

Arango-Aramburo, M., & Olaya, Y. (2012). Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia. *Gestión y Ambiente*, Vol. 15, Núm. 3., p. 125-133.

Argumedo, M., Vergara, C., Vidal, J., & Marrugo, J. (2015). Evaluación de la concentración de mercurio en arroz (*Orzya sativa*) crudo y cocido procedente del municipio de San Marcos - Sucre y zona aurífera del municipio de Ayapel Córdoba. *Revista Universidad Industrial de Santander. Salud*, 47(Nº 2), 169-177.

Argumendo, M., Consuegra, A., Vidal, J., & Marrugo, J. (2013). Exposición a mercurio en habitantes del municipio de San Marcos (Departamento de Sucre) debida a la ingesta de arroz (*Orzya sativa*) contaminado. *Salud Pública* (15 (6)), 903-915.

Ariza, A., Isaacs, P. y González-M., R. (2014). Memoria técnica para la validación del mapa de coberturas de bosque secotropical en Colombia (escala 1:100.000, 2.0v). Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”– Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 62p.

Armenteras, D., Cabrera, E., Rodríguez, N., & Retana, J. (2013). National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. *Reg Environ Change* 13: 1181. doi:<https://doi.org/10.1007/s10113-013-0433-7>

Aronzon, C. M. (2013). Evaluación de la toxicidad de los contaminantes Cobre, Nonilfenol y Diazinón sobre embriones y larvas de *Rhinella* (*Bufo*) *arenarum* (Doctoral dissertation, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires).

Arranz González, J. C., & Alberruche del Campo, E. (2008). Minería, medio ambiente y territorio. Monografías del Máster Internacional “Aprovechamiento sostenible de los recursos minerales”. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Arroyave-Alzate, S. (2011). Las políticas públicas en Colombia. Insuficiencias y desafíos. *Revista FORUM* Nro. 1 enero – julio de 2011.

ASOCARS. (2018). Gestión de las CAR: Percepción y realidad. Bogotá: ASOCARS.

Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos. (2010). Pasivos ambientales mineros. Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas. Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos. Obtenido de [http://www.asgmi.org/wp-content/uploads/2013/02/Manual\\_Inventario\\_PAM\\_Completo.pdf](http://www.asgmi.org/wp-content/uploads/2013/02/Manual_Inventario_PAM_Completo.pdf)

AVINA, F., & Internacional Tropenbos, F. (2011). Contribuciones locales a una historia de la minería en la Amazonia colombiana.

Ayala Mosquera, H. J. (2016). Impactos socio ambientales generados por distintas tecnologías y sistema de explotación minera en el Distrito minero de San Juan, Chocó, Colombia. Chocó, Colombia: Tesis de Maestría. Universidad de Antioquía-Corporación Académica Ambiental, Universidad Tecnológica del Chocó.

Ayala-Mosquera, H. (2007). Análisis de la incidencia de la minería artesanal en pequeña escala en la sostenibilidad socio económica de las familias mineras en territorios colectivos de comunidades negras del Alto San Juan, en el municipio de Tadó. En I. d. Pacifico-IIAP, Aplicación de la

Metodología Investigación Acción-Participación, Estudios de caso, estación ambiental de Tutunendo, seguridad alimentaria; estación ambiental Alto San Juan, minería; Consejo Comunitario Los Riscuales, pesca. (págs. 121-127). Quibdó: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico-IIAP: Proyecto Daupará. Convenio IIAP-Embajada de los Países Bajos.

Báez, L., & Trujillo, F. (2014). Biodiversidad en Cerrejón. Bogotá, Colombia: Carbones de Cerrejón, Fundación Omacha, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez.

Bai, Z., Dent, D., Olsson, L., & Schaepman, M. E. (2008). Proxy global assessment of land degradation. *British Society of soils sciences*.

Banco de la República de Colombia. (27 de marzo de 2018). Banco de la República de Colombia. Obtenido de Apertura económica: [http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Apertura\\_econ%C3%B3mica](http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Apertura_econ%C3%B3mica)

Banco Mundial. (1996). Estrategia minera para América Latina y El Caribe. Documento técnico del Banco Mundial. Documento técnico del Banco Mundial, No. 345.

Baptiste, M., & Cárdenas-Toro, J. (2015). Bases, conceptos y referentes actuales sobre las invasiones biológicas. En J. Cárdenas-Toro, M. Baptiste, W. Ramírez, & M. Aguilar-Garavito, *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. (págs. 25 – 37.). Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F., Gil, D., & Lasso, C. (2010). Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Barriga, M., Campos, J. J., Corrales, O. M., & Prins, C. (2007). Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelo, cuencas hidrográficas y corredores biológicos. Diez experiencias en cinco países latinoamericanos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

Benavides Vanegas F.S – Ruiz López C.E. (2016). “La minería ilegal y la reacción jurídica del Estado colombiano para su control” (p.p. 437 – 469) En Henao J.C. – García Pachón M.P (Editores) *Minería y desarrollo. Medio ambiente y desarrollo sostenible en la actividad minera*. Bogotá D.C., Universidad Externado de Colombia.

Benavides, J., Carrasquilla, A., Zapata, J.G., Velasco, A., Link, M. (2000). Impacto de las regalías en la inversión de las entidades territoriales. Fedesarrollo.

Berry, F. S., & Berry, W. (1990). State Lottery Adoptions as Policy Innovations: An Event History Analysis. *The American Political Science Review*, 84 (2), 395-415.

Billington, B. (2013). BHP Billiton Homepage. Obtenido de About Aluminium and Nickel. Assets: [https://www.bhpbilliton.com/home/businesses/aluminium\\_nickel/Pages/default.aspx](https://www.bhpbilliton.com/home/businesses/aluminium_nickel/Pages/default.aspx)

Blann, K., Anderson, J., Sands, G., & Vondracek, B. (2009). Effects of agricultural drainage on aquatic ecosystems: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39, 909-1001.

- Bonassi, S. E.-Z. (2011). Micronucleo frequency in peripheral blood lymphocytes and cancer risk: evidence from human studies. *Mutagenesis*, 26(1), 93-100.
- Bonassi, S. Z. (2007). An increased micronucleus frequency in peripheral blood lymphocytes predicts the risk of cancer in humans. *Carcinogenesis*, 28(3), 625-631.
- Bonilla, R. (2011). Bonilla, Ricardo (2011) - Apertura y reprimarización de la economía colombiana: un paraíso a largo plazo. *Revista Nueva sociedad* No. 231.
- Boone, M. D., Davidson, C., & Bridges-Britton, C. (2009). Evaluating the impact of pesticides in amphibian declines. *Amphibian Decline: Diseases, Parasites, Maladies and Pollution*. Surrey Beatty and Sons, Chipping Norton, Inglaterra, 3183-3207.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Broome, N., Phillips, A., & Sandwith, T. (2014). Gobernanza de áreas protegidas: de la comprensión a la acción. Gland, Suiza: IUCN.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak-Broome, N., Phillips, A., & Sandwith, T. (2013). Governance of Protected Areas: From understanding to action. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 20. Gland, Switzerland: IUCN.
- Bosman, C. (2009). The Hidden Dragon: Nitrate Pollution from Open-Pit Mines – a Case Study from the Limpopo Province, South Africa. En I. M. Conference, International Mine Water Conference (págs. 849–857.).
- Botero, M.E., Hofman, J.M., Hernández, D. (2015). Inequidades territoriales en Colombia: un balance del Sistema General de Regalías (SGR) en el cierre de la brecha interregional. *Opera* 17, 27-66.
- Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological economics.*, (63):616-626.
- Briggs, P., & Fey, D. L. (1996). Twenty-four elements in natural and acid mine waters by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. In: Arbogast, B. F. (ed.). Analytical methods manual for the Mineral Resource Survey Program. U. S. Geological Survey Open-File report 96-525, pp. 77-94.
- Brown, S., & Lugo, A. (1994). Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. *Restoration Ecology.* , 2: 97-111.
- Bundschuh, J., Litter, M., Parvez, F., Román, G., Nicolli, H., Jiin-Shuh, J., . . . Tojuaguez, R. (2012). One Century of arsenic exposure in Latin America: a review of history and occurrence form 14 countries. *Science of the total Environment*, 429, 2-35.
- Bustamante, N., Danoucaras, N., McIntyre, N., Díaz-Martínez, J., & Restrepo-Baena, O. (2016). Review of improving the water management for the informal gold mining in Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (79), 174–184.
- Caballero, K., & Olivero, J. (2016). Mice housed on coal dust contaminated sand: a model to evaluate the impacts of coal mining on health. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 294, 11-20.
- Caballero, K., Espitia, J., Fierro, J., Garay, J., Guerrero, A., Mena, J., ... Vargas, F. (2013). Minería en Colombia: Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos. *Contraloría General de La República*, 2, 7–341. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Cadena, A. (2016). Gestión Ambiental desde las Vivencias Campesinas en Bosque Natural (Norte de Santander – Colombia). Maracaibo, Venezuela: Universidad Rafael Bellosillo Chacín- URBE.
- Calao, C. R. (2015). Genotoxic effects in a human population exposed to heavy metals in the region of La Mojana, Colombia, 2013. *Biomedica*, 35 Spec, 139-151.
- Cano, A. J., & Malagón, M. C. (2016). Evaluación de trazas de mercurio en el tramo Caña Brava - Buenos Aires del río Cotuhé, asociados con la actividad minera artesanal de oro en el Amazonas Colombiano. Bogotá: Universidad de La Salle.
- Cano, D.I. (2018). Impacto social y ambiental asociado a la minería aurífera de subsistencia en Sabanalarga – Antioquia. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.
- CARACOL RADIO MEDELLÍN. (15 de septiembre de 2016). Asesinan en Medellín al asesor jurídico de la Mesa minera de Segovia, Antioquia. Obtenido de CARACOL RADIO MEDELLÍN: [http://caracol.com.co/emisora/2016/09/15/medellin/1473972408\\_325001.html](http://caracol.com.co/emisora/2016/09/15/medellin/1473972408_325001.html)
- Cárdenas, M., Reina, M. (2008). La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal. Cuadernos Fedesarrollo 25.
- Cárdenas-López, D., Baptiste, M., & Castaño, N. (2017). Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Carvajal, J. E. (2014). Evaluación a múltiples escalas de los efectos de la transformación del paisaje sobre los ensamblajes de reptiles en localidades de la región caribe colombiana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Casatti, L., Teresa, F., Zeni Jde, O., Ribeiro, M., Bregão, G., & Ceneviva-Bastos, M. (2015). More of the same: high functional redundancy in stream fish assemblages from tropical agroecosystems. *Environmental Management*, 55: 1300-1314. doi:10.1007/s00267-015-0461-9
- Castaño, L.A. (2014). Recuperan áreas afectadas por minería. *El Mundo*. Recuperado de [http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/recuperan\\_areas\\_afectadas\\_por\\_mineria.php](http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/recuperan_areas_afectadas_por_mineria.php). Noviembre 2 de 2017.
- Castellanos, A. M.-H. (2015). Malaria in gold-mining areas in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(4), 483-484.
- Castellanos, H. A. C., López, G. A. P., Pino, M. M. P., Pulido, Y. A. M., Reyes, O. G., Rodríguez, M. L. G., ... Torres, R. R. B. (2017). Informe sobre el estado de los Recursos Naturales y del Ambiente, 1–193. Retrieved from <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/1136923/Informe+sobre+el+estado+de+los+Recursos+Naturales+y+del+Ambiente+2017-2018.pdf/7124f01b-cd71-42b4-89a0-05bd0f7560c4?version=1.0>
- Castro-Arroyave, D. P. (2016). Formación de líderes para la prevención del VIH: percepciones y conocimientos sobre el virus en un contexto minero de Colombia. *Desacatos* (52), 128-143.
- CENSAT. (2003). Minería de Pequeña Escala en Colombia, Formalización, Sustentabilidad y Organización. Bogotá: CENSAT-Agua Viva. Boletín.

CEPAL. (2016). Estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), incluyendo cierre de faenas mineras Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú. . En A. Oblasser, Medio Ambiente y Desarrollo. Serie 163. CEPAL.

Correjón (2016). Informe de sostenibilidad 2016: Año de alianzas con el territorio. Disponible en: <https://www.correjon.com/index.php/informes-de-sostenibilidad/> Acceso: 14/09/2018

CERREJON. (2017). Comentarios y argumentos de Correjón frente al informe técnico: Amicus Expediente T-5443609. Consideraciones ambientales acerca del proyecto carbonífero de El Correjón, operado por las empresas HP Billiton, Angloamerican y Xstrata en La Guajira. Bogotá: Informe Radicado N° 001010 de Julio de 2017, a la Honorable Corte Constitucional.

Chamber of Mines of South Africa. CM: Mining and Environmental Impact Guide. Gauteng

Chashschin, V. P. (1994). Congenital defects, abortion and other health effects in nickel refinery workers. *Sci Total Environ*, 148(2-3), 287-291.

Chindicue M., E., Rivera N. Determinación de los niveles de mercurio y la calidad del agua, por efecto de la minería en el río la Teta, municipio de Buenos Aires Cauca. Trabajo de Grado facultad de Ingeniería Civil Universidad del Cauca 2017.

CINEP. (2014). Impactos socioambientales de la explotación minera de los departamentos del Cesar y La Guajira. Obtenido de CINEP: <http://library.fes.de/pdffiles/bueros/kolumbien/11067.pdf>

Cinep/Programa por la Paz. (2018). Huellas del destierro: Memorias sobre la reducción del territorio de las comunidades afro en el sur de La Guajira. Primera edición ISBN: 978-958-644-232-9 Fecha: Marzo del 2018 Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: [https://www.cinep.org.co/publicaciones/wp-content/uploads/2018/04/20180307\\_E-reasentamientos-WEB.pdf](https://www.cinep.org.co/publicaciones/wp-content/uploads/2018/04/20180307_E-reasentamientos-WEB.pdf). 20 de mayo de 2019.

CIPED. (2012). Minería, conflictos sociales y violación de derechos humanos en Colombia. Bogotá: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN POPULAR-CINEP.

Clabbers, N. (2015). Preventing Perpetuity: Ensuring Clean Mine Closure Without Water Treatment Into Infinity.

Clarkson, T., & Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit. Rev. Toxicol.*, 36:609–662.

Colciencias. (2013). Plan estratégico de ciencia, tecnología e innovación en energía y minería (PIEM 2013-2022). 168p.

Collins, A. R. (2004a). The comet assay for DNA damage and repair. *Molecular Biotechnology*, 26(3), 249-261.

Collins, A. R. (2004b). The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. *Mol Biotechnology*, 26(3), 249-261.

Consejo de Estado (13 de mayo de 2004), sala de lo contencioso administrativo, sección tercera, consejero ponente: Ricardo Hoyos Duque, Bogotá, D.C., Radicación número: 52001-23-31-000-2002-00226-01. (Consejo de Estado, Sala de lo contencioso administrativo, Sección tercera 2004).

Consejo de Estado. (2000). Sección Primera, Magistrado Ponente Juan Alberto Polo Figueroa, Fallo de junio de 2000. Bogotá: Consejo de Estado.

Constanza, R., & Daly, H. (1992). Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*, 6 (1), 37-46.

Contraloría General de la República – CGR (2017). Informe de la Situación de las del Estado en Finanzas 2016: Resultados del Sistema General de Regalías 2015 – 2016. Bogotá, Colombia.

Contraloría General de la República. (2012). Contraloría General de la República. Obtenido de Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente 2011 – 2012: <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/10>

Contraloría General de la República. (2013). Minería en Colombia: Institucionalidad y Territorio, Paradojas y Conflictos. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Contraloría General de la República. (2014). Minería en Colombia Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos. Bogotá D.C., Colombia.: Contraloría General De La República.

Contraloría General de la República. (2014). Minería en Colombia: daños ecológicos y socioeconómicos y consideraciones sobre un modelo minero alternativo. Contraloría General de la República.

Contraloría General de la República. (2016). Auditoría coordinada pasivos ambientales mineros. Bogotá: Contraloría General de la República-CGR.

Contraloría General de la República. (2017b). Informe sobre el estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2016-2017. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Contraloría General de la República.

Contraloría General de la República. (2018). Informe Sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Ambiente, 2017-2018. Bogotá: CGR.

Contraloría General de la República. (2013). Minería en Colombia. Derechos, políticas públicas y gobernanza. Bogotá: Contraloría General de la República.

Córdoba, D., Vásquez, D., Arboleda, S., Hernández, C., & Giraldo, A. (2016). Fish diversity in lotic and lentic systems associated to a dry forest biome in Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias*, 20(2):61-78.

Cordy, P., Veiga, M. M., Salih, I., Al-Saadi, S., Console, S., Garcia, O., ... Roeser, M. (2011). Mercury contamination from artisanal gold mining in Antioquia, Colombia: The world's highest per capita mercury pollution. *Science of the Total Environment*, 410–411, 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.006>

Cordy, P., Veiga, M., Crawford, O., González, V., Moraga, D., Roeser, M., & Dennis, W. (2013). Characterization, mapping and mitigation of mercury vapors emissions from artisanal mining gold shops. *Environmental Research*, 125, 82-91.

CORNARE. (2006). Elementos Ambientales a tener en cuenta para la delimitación de retiros a corrientes hídricas y nacimientos de agua en el Suroriente Antioqueño, segunda edición. El Santuario-Antioquia: Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare - CORNARE.

CORPOCESAR. (2018). Informe de operaciones del sistema especial de vigilancia de calidad de aire en la zona carbonífera del Departamento del Cesar. Informe mensual SEVCA\_ZCC. Marzo 2018. CORPOCESAR.

Corporacion Oro Verde. (2005). Oro Verde, Una Inversión en la Conservación de la Biodiversidad. Medellín, Colombia: Corporación Oro Verde.

Correa, D. (2015). Transnacionalidad y minería en las áreas protegidas de Colombia. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. España. 251 págs

Corte Constitucional. (2017). Sentencia T133. Bogotá: Corte Constitucional.

Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil, MP William Namen Vargas Bogotá, D. C., Mayo 16 de 2011. , Referencia: 52835-3103-001-2000-00005-01 (Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil. Discutida y aprobada en Sala de febrero 21 de 2011. 2011).

Cortes Landazury, R., & Gómez Sánchez, A. (2016). La Tecnoeconomía Aurífera y los estertores de la Contaminación: Análisis para dos Distritos del Cauca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Vol 14 No. 1 (61 - 68).

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . van den Belt, M. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. NATURE|VOL 387, 253-260.

Cremers, L., Kolen, J., & Theije, M. (2013). SMALL-SCALE GOLD MINING IN THE AMAZON, The Cases Of Bolivia, Brazil, Colombia, Perú and Suriname. Amsterdam: Centre for Latin American and Documentation-CEDLA.

Cruz, M. J. (2006). Occupational asthma caused by chromium and nickel. Arch Bronconeumol, 42(6), 302-306.

Daily, G. (1997). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington D.C.

DAN WATCH. (2010). The curse of coal: Our coal consumption causes diseases, pollution an poverty in Colombia.

Davies-Colley, R.J., C.W. Hickey, J.M. Quinn & P.A. Ryan. 1992. Effects of clay discharges on streams. Hydrobiologia, 248: 215-234.

De Miguel, E., Clavijo, D., Ortega, M. F., & Gómez, A. (2014). Probabilistic meta-analysis of risk from the exposure to Hg in artisanal gold mining communities in Colombia. Chemosphere, 108, 183–189. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.01.035>

Defensoría del Pueblo, D. (2016). La Minería Sin Control, un enfoque desde la vulneración de los Derechos Humanos. Obtenido de Defensoría del Pueblo: <http://www.defensoria.gov.co/public/pdf/InformedeMinerIa2016.pdf>

Defensoría del Pueblo. (2010). La Minería de Hecho en Colombia. Bogotá.: Defensoría Del Pueblo.

DEFENSORIA DEL PUEBO. (2010). MINERÍA DE HECHO EN COLOMBIA. Bogotá: Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente.

- Demirel, B. (2016). The impacts of engineered nanomaterials (ENMs) on anaerobic digestion processes. *Process Biochemistry*, 51(2), 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.12.007>
- Departamento Nacional de Planeación. (1997). Estrategias para el Fortalecimiento del Sector Minero Colombiano. Documento CONPES 2898. . Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Department of Agriculture, Environment and Conservation. (2008). <http://www.bullion.org.za/Departments/Environment/Downloads/Impact%20Guide/GDACE%20Mining%20and%20Environmental%20Impact%20Guide.pdf> (accessed 02.12.2012).
- Desborough, G. A., & Fey., D. (1997). Preliminary Characterisation of Acid generating Potential and Toxic Metal of some Abandoned Metal-mining Related Wastes in the Boulder River Headwaters. Northern Jefferson County, Montana. U. S.: Geological Survey Open File Report 97-478. 20 p.
- Díaz-Triana, E., Díaz-Espinosa, A., & Vargas, O. (2012). Plantas Invasoras de los humedales de Bogotá: diagnóstico, perspectivas de manejo y experiencias piloto de rehabilitación ecológica. Bogotá: Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología - Secretaría Distrital de Ambiente.
- Dirzo, R., Broadbent, E. N., Zambrano Almeyda, A. M., & Morales Barquero, L. (2012). Minería de Oro. Inogo.
- Doria, E., Marrugo, J., & Pinedo, J. (2013). Exposición a mercurio en trabajadores de una mina de oro en el norte de Colombia. *Salud Uninorte* (29 (23)), 534-541.
- Duarte, C. (2012). Gobernabilidad Minera: Cronologías legislativas del subsuelo en Colombia. Bogotá: Centro de Pensamiento Raizal.
- Duque, A., Álvarez, E., Rodríguez, W., & Lema, A. (2013). Impacto de la fragmentación en la diversidad de plantas vasculares en bosques andinos del nororiente de Colombia. *Colombia Forestal*, 16 (2), 115–137.
- Earle, J., & Callaghan, T. (1998). Impacts of mine drainage on aquatic life, water uses, and man-made structures. *Coal mine drainage prediction and pollution prevention in Pennsylvania*, 4, 1-10.
- Econometría consultores. (2016). Implicaciones socio-ambientales de los escenarios de crecimiento minero energético en Colombia. Informe final. Bogotá: Econometría consultores.
- El Espectador. (2013/05/02). ¿Quién responde por los títulos mineros en parques?. *El Espectador*, PP-PP
- El Tiempo. (7 de noviembre de 2015). El Tiempo. Obtenido de Casi un tercio de la tierra en Colombia está mal utilizada: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16424314>
- EPA, U. (1997). Ambient Air Monitoring Reference and Equivalent Methods, 40. Code of US Federal Regulation Chapter 1, 53.
- EPA. U. (2015). Biomonitoring | Mercury, (October), 1–12. Retrieved from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/ace3\\_mercury.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/ace3_mercury.pdf)
- Escobar, A. (2013). Usos potenciales del humus (abono orgánico lixiviado y sólido) en la empresa fertilombriz. Caldas, Colombia. Corporación Universitaria Lasallista.

- Espitia, L., Da Silva, J., Brango, H., Salcedo, S., Hoyos, L., de Souza, C., . . . Henriques, J. (2018). Cytogenetic instability in populations with residential proximity to open pit coal mine in northern Colombia in relation to PM10 and PM2.5 levels. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 148, 453-466.
- Espitia-Pérez, L. S.-A.-M.-G. (2016). Polymorphisms in metabolism and repair genes affects DNA damage caused by open-cast coal mining exposure. Obtenido de *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*: <https://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2016.08.003>
- Eswaran, H., Lal, R., & Reich, P. (2001). *Land degradation. An overview conference on land degradation and desertification*. New Delhi, India: Oxford Press.
- Fedesarrollo y Minería de Gran Escala. (2014). *Minería y medio ambiente en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo y Minería de Gran Escala. Obtenido de FEDESARROLLO: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/>
- FEDESARROLLO. (2008). *La Minería en Colombia: Impacto Socioeconómico y Fiscal*. En *Caudernos Fedesarrollo 25*. Bogotá: FEDESARROLLO. Cárdenas, M.; Reina, M.
- FEDESARROLLO. (2012). *Informe metodológico: Levantamiento de una línea de base sobre minería ilegal de oro en Colombia*. Bogotá: FEDESARROLLO. Obtenido de [http://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/371/levantamiento-de-una-1%EDnea-de-base-sobre-miner%EDa-ilegal-de-oro-en-Colombia-Informe\\_metodol%F3gico\\_miner%EDa\\_ilegal\\_oro.pdf;jsessionid=566FD4BBDF94F2A19A0415F1CCD0E282?sequence=1](http://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/371/levantamiento-de-una-1%EDnea-de-base-sobre-miner%EDa-ilegal-de-oro-en-Colombia-Informe_metodol%F3gico_miner%EDa_ilegal_oro.pdf;jsessionid=566FD4BBDF94F2A19A0415F1CCD0E282?sequence=1)
- Fenech, M. (2007). Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. *Nat Protoc* 2.
- Fey, d. L., Desborough, G. A., & Church, S. (200). Comparison of two leach procedures applied to metal-mining related wastes in Colorado and Montana and a relative ranking method for mine wastes. *Proceedings of the Fifth International Conference on Acid Rock Drainage, Denver, Colorado (ICARD 2000)*, Vol. 2. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. , pp. 1477-1487.
- Fierro, J. (2012). *Políticas mineras en Colombia*. Bogotá: Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos - ILSA.
- Fierro, J., & Llorente, A. (2016). Consideraciones ambientales acerca del proyecto carbonífero de El Cerrejon, operado por las empresas BHP Billiton, Angloamerican y Xstrata de La Guajira. . Bogotá.
- Fierro-Morales, J., & Camacho, R. L. (2014). Aportes a la conceptualización del daño ambiental y del pasivo ambiental por minería. En C. G. República, *Minería en Colombia: Daños ecológicos y socio-económicos y consideraciones sobre un modelo minero alternativo* (págs. 79-186). Contraloría General de la República.
- Fondo de Riesgos Laborales. (2015). *Afiliados y eventos ATEL por sector económico*. Bogotá.
- Fontaine, G., & Velasco, S. (2011). La conceptualización de la gobernanza: de lo descriptivo a lo analítico. En K. A. (Coord),. En K. Andrade-Mendoza, *La gobernanza ambiental en Bolivia y Perú. Gobernanza en tres dimensiones: de los recursos naturales, la conservación en áreas protegida y los pueblos indígenas* (pág. 25). Quito, Ecuador: Flacso Ecuador.

- Forman, R. (1995). Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge.: U. of Cambridge, Ed.
- Foro Nacional Ambiental. (2008). Gobernabilidad, instituciones y medio ambiente en Colombia. Bogotá.
- Foucault, M. (2004). Sécurité, territoire, population. Seuil. París: Cours au Collège de France.
- Franco-Hernández, F. (2005). Minería artesanal de oro de aluvión en Mocoa-putumayo, amazonia colombiana. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/53064/6/9587015630.preliminares.pdf>
- Fuentes, A. (2012). Legislación Minera en Colombia y derechos sobre las tierras y los territorios. En C. Toro-Pérez, J. Fierro-Morales, S. Coronado-Delgado, & T. Roa-Avendaño, Minería, territorio y conflicto en Colombia. (págs. 215-232). Bogotá: Universidad Nacional.
- Fundación AVINA, & Internacional Tropenbos. (2011). Contribuciones locales a una historia de la minería en la Amazonia colombiana. Obtenido de Tropenbos: [www.tropenbos.org/file.php/1304/mineria-amazonia-colombiana\\_final.pdf](http://www.tropenbos.org/file.php/1304/mineria-amazonia-colombiana_final.pdf)
- Ganesh, S. R., & Arumugam, M. (2015). Natural History and distribution notes on the Sreeni's golden frog (*Indosylvirana sreeni*) in the Southern Eastern Ghats, peninsular India. *Alytes*, 32.
- Garay, L., Cabrera, M., Espitia, J., Fierro, J., Negrete, R., Pardo, A., . . . Vargas, F. (2013). Minería en Colombia, Derechos, Políticas Públicas y Gobernanza. Bogotá: Contraloría General de la República.
- García Gómez, V. (2015). Injusticia ambiental en Colombia: minería y salud al nacer.
- García, J., & Ahrens, M. (2014). Cuantificación del carbón mineral en las playas del Caribe colombiano (Departamento del Magdalena). *Acta Biológica Colombiana*, 19(1), 113-118.
- García, O., Veiga, M. M., Cordy, P., Suescún, O. E., Molina, J. M., & Roeser, M. (2015). Artisanal gold mining in Antioquia, Colombia: A successful case of mercury reduction. *Journal of Cleaner Production*, 90, 244–252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.032>
- Garrote-Wilches, C. F.-R. (2014). Characterization of respiratory health conditions of workers exposed to coal dust in underground mining in Boyacá, 2013. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud* 46(3), 237-247.
- Gasca- Alvarez, A. d. (2000). Exposición ambiental a mercurio en minas de oro: medición del impacto en la salud en Guainía, Colombia. *Salud Pública (Bogotá)* 2(3), 233-250.
- Göbel B. – Ulloa A. (2014). *Extractivismo minero en Colombia y América Latina*. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia – Ibero Amerikanisches.
- Gobernación de Cundinamarca-INGEOMINAS. (1999). Inventario minero en el departamento de Cundinamarca. Diagnóstico y asistencia técnica, explotación y fomento de la minería en el departamento. Santa fé de Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Golder Associates. (2016). Estudio de Calidad de Aire en el Corregimiento de Boquerón. Bogotá: Golder Associates.

- Gómez-Rodríguez, M. E., Molina-Pérez, F. J., Agudelo-Echavarría, D. M., Cañón-Barriga, J. E., & Vélez-Macías, F. d. (2017). Changes in soil cover in Nechí, Antioquia: An approach to the environmental impact of mining, 1986-2010. *Rev. Fac. Ing.*, vol. 26 (45), 149-163.
- González Jiménez, N. R. (2011). Detección de alteración funcional respiratoria en un grupo de mineros del carbón de Paipa, Boyacá (2006-2008). *Medicina* (33)2, 92-100.
- González Jiménez, N., Manrique Abril, F., Ospina Diaz, J., Roa Cubaque, M., & Villamil, E. (2009). Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minería del carbón en Paipa-Boyacá. *Revista de la facultad de medicina*, 57(2).
- González, E., & Velásquez, F. (2003). *¿Qué ha pasado con la participación ciudadana en Colombia?* Bogotá D.C., Colombia: Ediciones Fundación Corona.
- González, N. D. (2017). Espirometría en población trabajadora de minas de carbón de Paipa, Colombia. *Biomedica* (37)4.
- Graham, J., Amos, B., & Plumptre, T. (2003). *Principles for Good Governance in the 21st Century Policy Brief No. 15.* . Institute On Governance.
- Guerrero, A., Olivero, J., & Marrugo, J. (2014). Heavy Metals in wild house mice from coal mining areas of Colombia and expression of genes related to oxidative stress, DNA damage and exposure to metals. *Mutation Research*, 762, 24-29.
- Guerrero, G. (2014). *Estrategia regulatoria para la intervención de áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono.* Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética, UPME.
- Guerrero-Castilla, A., Olivero-Verbel, J., & Marrugo-Negrete, J. (2014). Heavy metals in wild house mice from coal-mining areas of Colombia and expression of genes related to oxidative stress, DNA damage and exposure to metals. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 762, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2013.12.005>
- Güiza, L. (2010). *La minería de hecho en Colombia.* Bogotá: Defensoría del Pueblo, Colombia.
- Güiza, L. (2013). La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. *Revista DYNA*, 80(181), 109–117. <https://doi.org/10.15446/rbct.n35.37056>
- Guiza-Suárez, L. (2011). Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia. *Revista Opinión Jurídica*. Opin. jurid. vol.10.
- Gulhl, E. (2000). La sostenibilidad: ¿un nuevo camino?. En autores varios, *¿Qué está pasando en Colombia.* Anatomía de un país en crisis (págs. 167-210). Bogotá: El ANCORA Editores.
- Gutiérrez, F. d., Lasso, C., Baptiste, M., Sánchez-Duarte, P., & Díaz, A. (2012). VI. Catálogo de la Biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: Moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. Bogotá. D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Gutiérrez-Mosquera, H., Sujitha, S. B., Jonathan, M. P., Sarkar, S. K., Medina-Mosquera, F., Ayala-Mosquera, H., ... Arreola-Mendoza, L. (2018). Mercury levels in human population from a mining district in Western Colombia. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.12.007>

Hageman, P., & Briggs, P. (2000). Fifth International Conference on Acid Rock Drainage. En ICARD, A simple field leach test for rapid screening and qualitative characterization of mine waste dump material on abandoned lands, . Denver: Fifth International Conference on Acid Rock Drainage, ICARD.

Hector, S. &. (2009). Apoptosis signaling proteins as prognostic biomarkers in colorectal cancer: a review. *Biochim Biophys Acta*, 1795(2).

Henn, B. C. (2016). Prenatal arsenic exposure and birth outcomes among a population residing near a mining-relates superfund site. *Environmental health perspectives*, 124(8), 1308.

Hernández, A., Herrera, F. (2015). Evaluación del Sistema General de Regalías. Cuadernos PNUD.

Hernández, M., & Marrugo, J. (2014). Genotoxicidad de metales presentes en el agua bebida en la región de La Mojana, departamento de Sucre, Colombia. II Seminario de Ciencias Ambientales Sue - Caribe & VII Seminario Internacional de Gestión Ambiental.

Hernández-Jatib, N., Ulloa-Carcasés, M., Almager-Carmenate, Y., & Rosario-Ferrer, Y. (2014). Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción la Inagua, Guantánamo. Cuba.: Luna Azul ISSN 1909-2474 No. 38.

Herrera, L. (2016). Determinación de conflictos territoriales entre el ordenamiento territorial y la actividad minera. Lineamientos de mitigación en Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Herrera, R. (2016). Consultoría para consolidar la formulación de las bases de la política de sostenibilidad para el sector minero energético. Bogotá: Ministerio de minas y energía.

Hincapie, H. (2007). Elaboración de una metodología para la determinación de pasivos ambientales en minería. Informe Final. Medellín, Colombia.: Gobernación de Antioquia - Secretaria de Productividad y Competitividad.

<http://repositorio.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/6947?jsessionid=4D7736062A98A836CC4DCE1155B8D56C>

Hughson, G. W. (2010). Characterization and assessment of dermal and inhalable nickel exposures in nickel production and primary user industries. *Ann Ocup Hyg*, (54)1, 8-22.

Ibáñez, A.M., Laverde, M. (2014). Los municipios mineros en Colombia: características e impactos sobre el desarrollo. En: Benavides, J. (comp.) “Insumos para el desarrollo del Plan Nacional de Ordenamiento Minero”. Bogotá: Ediciones Uniandes, Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (pp. 203-297).

ICNCM, I. C. (1990). Report of the International Committee on Nickel Carcinogenesis in Man. *Scand J Work Environ Health*.

IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá: IDEAM. doi:ISBN: 978-958-8067-70-4.

IDEAM. (2015). IDEAM. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022842/ATDeforestacion.PDF>

IDEAM. (2015). IDEAM. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022842/ATDeforestacion.PDF>

IDEAM. (2016). Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2011 – 2015. Bogotá: IDEAM.

IDEAM. (2018). Décimo Tercer (13) Boletín de Alertas Tempranas de Deforestación (A-D), Cuarto Semestre 2017. Sistema de Monitoreo de Bosque y Carbono. Bogotá: IDEAM.

IDEAM. (2018). Estado de la Calidad de Aire en Colombia, 2017. Bogotá.

IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Retrieved from [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)

Idrovo, Á. (2003). Estimación de la incidencia de enfermedades ocupacionales en Colombia, 1985-2000. *Revista de Salud Pública*, 263-271.

Idrovo, Á., Rivero, C., & Amaya, C. (2017). Perception of pollution and arsenic in hair of indigenous living near a ferronickel open pit mine (Córdoba, Colombia) Public Health case report. *Revista Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 115-123.

Idrovo, Á., Villamil, G., Ortiz, J., Silva, E., Romero, S., & Azcárate, C. E. (2001). Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guanía (Oriniquía Colombiana). *Biomédica*, 21, 134-141.

IEAP, I. de E. A. del P. (2011). Choco Biogeográfico, parte I. (W. K. Brahan, G. R. Moreno, & J. M. G. Gutiérrez, Eds.). Santiago de Cali: Publicaciones Ébano S.A.S.

IGAC (2012). *Conflictos de uso del territorio colombiano - Escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

IIAP MinMinas. (2013). Diagnóstico para la identificación de áreas susceptibles de formalización minera en el departamento del CHOCÓ. Quibdó: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, Ministerio de Minas y Energía, Convenio 072 de 2013.

IIAP. (2011). Choco Biogeográfico, parte I. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). Santiago de Cali: Publicaciones Ébano S.A.S.

INAP, I. (Febrero de 2011). What is Acid Drainage? Obtenido de [http://www.inap.com.au/what\\_is\\_acid\\_drainage.htm](http://www.inap.com.au/what_is_acid_drainage.htm)

INGEOMINAS. (2006). Zonificación de amenaza por movimientos en masa de tres sectores del municipio de Soacha Fase I. Informe Técnico. Bogotá: INGEOMINAS - Instituto Colombiano de Geología y Minería. Obtenido de <http://simma.sgc.gov.co>

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero en el Departamento de Cundinamarca - Diagnóstico y asistencia técnica, explotación y fomento de la minería en el Departamento*. Convenio OJ-018-97 con la Secretaría de Medio Ambiente de la Gobernación de Cundinamarca. Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). Inventario minero en el Departamento del Tolima. Santafé de Bogotá.: INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero nacional Departamento de Boyacá - Información Secundaria*. . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero nacional Departamento de Bolívar - Información Secundaria.* . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero nacional Departamento de Norte de Santander - Información Secundaria.* . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero nacional Departamento de Santander - Información Secundaria.* . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero nacional Departamento de Valle del Cauca - Información Secundaria.* . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero nacional Departamento del Cesar - Información Secundaria.* . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (2000). *Inventario minero en el Departamento de Nariño.* Santafé de Bogotá: INGEOMINAS.

INGEOMINAS. (2000). *Inventario minero nacional Departamento de Cauca - Información Primaria.*.. Santafé de Bogotá: INGEOMINAS

INGEOMINAS. (2000). *Inventario minero nacional Departamento de Chocó - Información Primaria.*.. Santafé de Bogotá: INGEOMINAS

INGEOMINAS. (2000). *Inventario minero nacional Departamento de Quindío - Información Primaria.*.. Santafé de Bogotá: INGEOMINAS

INGEOMINAS. (2000). *Inventario minero nacional Departamento de Risaralda - Información Primaria.*.. Santafé de Bogotá: INGEOMINAS

INGEOMINAS. (2001). *Evaluación de efectos actuales por actividades de aprovechamiento del subsuelo en la zona minera del municipio de Cogua-Cundinamarca.* Obtenido de INGEOMINAS: <http://simma.sgc.gov.co>

INGEOMINAS. (2003). *Zonificación integral por amenazas naturales para la ciudad de Villavicencio – Meta.* Volumen I. Obtenido de Instituto Colombiano de Geología y Minería: <http://simma.sgc.gov.co>

INGEOMINAS. (2005). *Estudio sobre la condición de inestabilidad existente en los predios ubicados en las veredas quebradas, el naranjal, luchadero y morros del municipio del Socorro (Santander).* Informe Técnico. Bogotá: INGEOMINAS-Instituto Colombiano de Geología y Minería. Obtenido de INGEOMINAS-Instituto Colombiano de Geología y Minería: <http://simma.sgc.gov.co>

INGEOMINAS. (2005). *Inventario y diagnóstico minero ambiental del departamento de Córdoba - Lineamientos para el ordenamiento minero ambiental.* Bogotá. : INGEOMINAS.

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico-IIAP. (2013). *REDUCCIÓN DEL USO DEL MERCURIO Y MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA SOSTENIBILIDAD EN EL DISTRITO MINERO DE ISTMINA.* Quibdó: IIAP.

Instituto Geológico y Minero de España IGME (1989). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería.* 321 págs. Madrid.

Instituto Nacional de Medicina Legal. (2016). Estudio Pericial de Exposición a Níquel en las comunidades indígenas y afrocolombianas de los municipios Montelíbano, San José de Uré y Puerto Libertador, departamento de Córdoba, Colombia. Bogotá: INML.

Insuasty-Rodriguez, A., Grisales, D., & Gutierrez-León, E. (2013). Conflictos asociados a la gran minería en Antioquia. *Ágora U.S.B.* , vol.13 N°2.

Issa-Gutiérrez, A., & Morales-Pinzón, T. (2017). Evaluación de la gobernanza ambiental local en Risaralda. *Revista Luna Azul*, 45., 309-328. doi:10.17151/luaz.2017.45.16

IUCN. (2013). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. Obtenido de IUCN Standards and Petitions Subcommittee: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>

Jähnig, A. (2013). Coal Deposits of Colombia.

Jana, S. (1988). Accumulation of Hg and Cr by three aquatic species and subsequent changes in several physiological and biochemical plant parameters. *Water, Air, and Soil Pollution*, 38(1-2), 105-109.

Jarvis, A., & Younger, P. (2000). Broadening the scope of mine water environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 20(1), 85–96. doi:[https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(99\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(99)00032-3)

Jiang, J. L. (2015). Association between arsenic exposure from drinking water and longitudinal change in blood pressure among HEALS cohort participants. *Environmental health perspectives*, 123(8), 806.

Jiliberto, R., Álvarez, M., Losarcos, L., Ávila, D., & Vázquez, J. (2012). Guía de Evaluación Ambiental Estratégica para Instrumentos de Planificación Territorial. . Santiago, Chile.: Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Obtenido de <http://www.mma.gob.cl/eae/1315/w3-article-52951.html>

Jiménez, C. Z. (2015). Work conditions and morbidity among coal miners in Guachetá, Colombia. The miners' perspective. *Biomedica*, 35 Spec, 77-89.

Jiménez, J. (2012). Bajo Cauca: narcotráfico y oro. Obtenido de *El espectador*: <https://www.elespectador.com/noticias/judicial/bajo-cauca-narcotrafico-y-oro-articulo-353814>.

Jimes Vega D, R. V.-R. (2014). Efectos sobre el tiempo al embarazo de la exposición a mercurio en el contexto de la minería de oro en el nororiente colombiano (Magister en Epidemiología). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Johnson, D., & Hallberg, K. (2005). Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of the Total Environment*, 338(1–2), 3–14. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969704006199>

Jorge, L., Salamanca, G., Morales, J. F., Montes, R. E. N., & Valencia, F. V. (n.d.). Minería en Colombia.

Karagas, M. R. (2015). Drinking water arsenic contamination, skin lesions, and malignancies: a systematic review of the global evidence. *Current environmental health reports*, 2(1), 52-68.

- Kaur, B. A. (1998). Prevalence of asthma symptoms, diagnosis, and treatment in 12-14 year old children across Great Britain (international study of asthma and allergies in childhood, ISAAC UK.).
- Kirsch-Volders, M. P. (2011). The in vitro MN assay in 2011: origin and fate, biological significance, protocols, high throughput methodologies and toxicological relevance. *Arch Toxicol*, 85(8).
- Kondolf G.M. 1994. Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landscape and Urban Planning* 28: 225-243.
- Kuklinski, J., & Quirk, P. (2001). Conceptual foundations of citizen competence. *Political Behavior* Vol. 3, No. 3, 285-311.
- Lagarejo, M. (2015). Análisis de los impactos ecológicos generados por la actividad minera sobre los ensamblajes ícticos en complejos cenagosos de sanceno y puné en la cuenca media del Atrato. Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.
- Lavelle, P. (2017). Rehabilitación de suelos y ecosistemas intervenidos por la minería. Universidad Nacional de Colombia y Université Pierre et Marie Curie de Paris. Foro UPME 2017
- Leal, C. (2009). La Compañía Minera Chocó Pacífico y el auge del platino en Colombia, 1897-1930. *Revista Historia Crítica* [Internet]. Edición Especial Noviembre de 2009, 150-164.
- Leon- Mejia, G. E.-P.-G. (2011). Assessment of DNA damage in coal open-coast mining workers using the cytokinesis-blocked micronucleus cytome assay. *Sci Total Environ*, 409(4), 686-691.
- Leon, G. P. (2007). Genotoxic effects in wild rodents (*Rattus rattus* and *Mus musculus*) in an open coal mining area. *Mutat Res*, 630(1-2), 42-49.
- Leon-Mejia, G. Q.-P. (2014). Genetic damage in coal miners evaluated by buccal micronucleus cytome assay. *Ecotoxicol Environ Saf*, 107, 133-139.
- Lis, T. &. (2012). Determination of Physical and Chemical Properties of Electric Arc Furnace Dusts for the Purposes of Ther Utilization. *Steel Research International*, 83(9), 842-851.
- Lockwood, A. H.-H. (2009). Coal's assault on Human Health.
- López, E., & Barragán, R. (2016). Metals and metalloid in in eight fish species consumed by Citizens of Bogotá, D.C. Colombia and potential riks to humans. *Journal of Toxicology and Environmental Health*(1087-2620), 1-11.
- López, E., O., A., & Baretino, D. (2002). Tratamientos pasivos de drenajes ácidos de mina: estado actual y perspectivas de futuro. *Boletín Geológico Y Minero*, 113 :(1), 3–21.
- López-Sánchez, L., López-Sánchez, M., & Medina, G. ( 2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *Entramado*, Vol. 13 No. 1 (78-91). Obtenido de <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138>
- López-Silva, M., & Navarro-Suárez, C. (2005). Efectividad Socio Jurídica de la Consulta de Paz en Aguachica, Tesis de Grado. Obtenido de Universidad Industrial de Santander,; <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2005/116768.pdf>

- Lumb, G. D. (1994). The problem of latency in the development of tumors following exposure to nickel compounds. *Sci Total Environ*, 148(2-3), 185-190.
- Machado, L., Ospina, J., Henao, N., & Marín, F. (2010). Problemática ambiental ocasionada por el mercurio proveniente de la minería aurífera tradicional, en el corregimiento de Providencia, Antioquia. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Macias-Gómez, L. (2016). Hidrocarburos, Territorio y Medio Ambiente: invitación a una reflexión compleja. En PGN, *La Minería y los Hidrocarburos en Colombia: una mirada desde el ministerio público* (págs. 261-268). Bogotá: Instituto de Estudios del Ministerio Público-IEMP- y Universidad del Sinú.
- Manotas Bolívar, R. &. (2014). Síntomas respiratorios y neumoconiosis por polvo de carbón diagnosticada radiológicamente, en los trabajadores de minería subterránea en Boyacá en el año 2014.
- Manrique, R., Manrique, D., & Manrique, V. (2016). Evaluación de riesgo por exposición ocupacional en una mina de carbón en Soca, Boyacá. *Salud Historia Sanidad*, 11(2), 105-114.
- Márquez, G. (1997). Consideraciones Básicas Sobre Ordenamiento Ambiental y Ecosistemas Estratégicos en Colombia. Informe Ejecutivo - Ministerio del Medio Ambiente. . Santafé de Bogotá, D.C.: Ministerio del Medio Ambiente. .
- Marrugo, J., José, P., & Díez, S. (2015). Geochemistry of mercury in tropical swamps impacted by gold mining. *Chemosphere*(134), 44-51.
- Marrugo, J., Ruiz, J., & Ruiz, A. (2017). Biomagnification of mercury in fish from two gold mining impacted in tropical marshes in northern Colombia . *Arch Environ Contam Toxicology*, s00244-017-0459-9.
- Marrugo, J., Urango, I., Burgos, S., & Díez, S. (2014). Atmospheric deposition of heavy metals in the mining area of the San Jorge river basin, Colombia. *Air Quality atmospheric health*, 7, 577-588.
- Marrugo-Negrete, J., Benitez, L., & Olivero-Ver, J. (2008). Distribution of mercury in several environmental compartments in an aquatic ecosystem impacted by gold mining in northern Colombia. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 55(2), 305-316.
- Marrugo-Negrete, J., Benítez, L., Olivero-Verbel, J., Lans, E., & Gutierrez, F. (2010). Spatial and seasonal mercury distribution in the Ayapel Marsh, Mojana region, Colombia. *International journal of environmental health research*, 20(6), 451-459.
- Marrugo-Negrete, J., Marrugo-Madrid, S., Pinedo-Hernández, J., Durango-Hernández, J., & Díez, S. (2016). Screening of native plant species for phytoremediation potential at a Hg-contaminated mining site. *Science of the Total Environment*, 542, 809–816. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.117>
- Martín-Duque, J. (2016). Conferencia: Restauración geomorfológica. Una solución eficiente para una verdadera restauración ecológica de espacios transformados por minería en Colombia. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Geociencias: <http://www.landformining.igeo.ucm-csic.es/en/node/102>

- Martínez, A., & Aguilar, T. (2012). Impacto socioeconómico de la minería en Colombia. Informe para el Sector de Minería a Gran Escala. . Bogotá.: Fedesarrollo.
- Martínez, A., Aguilar, T. (2013). Estudio sobre los impactos socio-económicos del sector minero en Colombia: encadenamientos sectoriales. Fedesarrollo.
- Massé, F., & Camargo, J. (2012). Actores armados ilegales y sector extractivo en Colombia. V Informe. . CITpax Colombia. Observatorio Internacional. DDHH Ley de Justicia y Paz. .
- MAVDT. (2010). Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MEA., M. E. (2005). Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. 4 volumes. Washington. D.C, EE.UU.: Island Press.
- Medina-Mosquera, F., & Ayala-Mosquera, H. (2011). Determinación de la contaminación mercurial en personas vinculadas con la minería de oro en el Distrito Minero del San Juan, Departamento de Chocó, Colombia. Bioetnia, 195-2006.
- Melo, D. (2016). La Minería en Chocó, en Clave de Derechos. Investigación y propuestas para convertir la crisis socio-ambiental en paz y justicia territorial. Bogotá: Centro de Estudios para la Justicia Social-Tierra Digna.
- Mendoza, R., & Koleff, P. (2014). Especies acuáticas invasoras en México. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,.
- Mesa Rojo, M. J. (2016). Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería aurífera a pequeña escala, sector San José, vereda La Chuscalita, Anzá- Antioquia, 2016.
- Meteyer, C. U. (2000). Field guide to malformations of frogs and toads, with radiographic interpretations (No. 2000-0005). US Fish and Wildlife Service.
- Minería, Movimiento global por los bosques tropicales. (2004). Impactos sociales y ambientales. Uruguay:: Rosgal S.A.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Política ambiental para la cadena productiva de carbón PACC versión preliminar. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Diseño de una Estrategia Integral para la Gestión de los Pasivos Ambientales en Colombia. Diseño de instrumentos específicos de la estrategia. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Innova.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan Estratégico Institucional PEI 2015-2018. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución No 2254 (Norma de calidad del Aire Ambiente). Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res\\_\\_2254\\_\\_de2017.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res__2254__de2017.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Salud y Protección Social; Policía Nacional – Dirección de Carabineros y Seguridad Rural – DICAR; Armada Nacional de Colombia; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM; Departamento Nacional de Planeación – DNP; Dirección de Inteligencia Policial, Centro de Inteligencia Prospectiva – CIPRO. Explotación de oro de aluvión Evidencias a partir de percepción remota

Ministerio de la Protección Social. (2007). Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para desórdenes músculos esqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores. Bogotá: Ministerio de la Protección Social.

Ministerio de Minas y Energía - Ministerio de Medio Ambiente. (2002). Guía Minero-ambiental No. 1 Exploración. Bogotá: Apoyo técnico Cooperación Técnica Internacional CERI Colombia - CIDA Lakefield Research Limited.

Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente. (2002a). Guía Minero Ambiental Exploración 1. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente.

Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente. (2002b). Guía Minero Ambiental Explotación 2. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente.

Ministerio de minas y energía, Unidad de Planeación Minero Energética, & Universidad de Córdoba. (2015). Incidencia real de la minería del carbón, del oro y del uso del mercurio en la calidad ambiental con énfasis especial en el recurso hídrico - diseño de herramientas para la planeación, 663. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ministerio de Minas y Energía. (2009). Cartilla, Así es la Minería, Colombia. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de [http://www.simco.gov.co/Portals/0/archivos/Cartilla\\_Mineria.pdf](http://www.simco.gov.co/Portals/0/archivos/Cartilla_Mineria.pdf)

Ministerio de Minas y Energía. (2014). Política Nacional para la formalización de la minería en Colombia. Boletín Unilibre. Bogotá D.C., Retrieved from <http://190.143.97.130/unilibrebaq/revistas2/index.php/boletinunilibre/article/view/127>

Ministerio de Minas y Energía. (2016). Política Minera Nacional- Resolución 40391 de 2016. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.

Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Ambiente. (2003). Guía Minero Ambiental - Explotación.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999a). Inventario Minero-Departamento de Antioquia. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999b). Inventario Minero-Departamento de Santander. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999c). Inventario Minero-Departamento de La Guajira. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999d). Inventario Minero-Departamento del Norte de Santander. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999e). Inventario Minero-Departamento del Meta. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000a). Inventario Minero Nacional-Departamento de Caldas. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000b). Inventario Minero Nacional Departamento de Cauca. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000c). Inventario Minero Nacional Departamento del Chocó. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000d). Inventario Minero Nacional-Departamento de Quindío. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000e). Inventario Minero Nacional-Departamento de Risaralda. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000f). Inventario Minero Nacional-Departamento de Atlántico. Santafé de Bogotá: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000g). Inventario Minero Nacional Departamento deMagdalena. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000h). Inventario Minero Nacional-Departamento de Valle del Cauca. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2005). Inventario y diagnóstico minero ambiental del Departamento de Córdoba. . Bogotá D.C.: INGEOMINAS-Instituto Colombiano de Geología y Minería.

Ministerio de Minas y Energía-Universidad Nacional de Colombia. (2014). Inventario de Áreas con Actividad Minera en Estado de Abandono (AMEA). Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Convenio Interadministrativo GGC-082 DE 2014.

Ministerio de Salud y Protección Social, I. N. (2016). Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés, Colombia. *Biomedica*, 38.

Ministerio de Trabajo. (2014). Decreto 1477 de 2014. Tabla de enfermedades laborales. Bogotá.

Ministerio de Trabajo. (2015). II encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales de Colombia. Bogotá, Colombia.

Ministerio de trabajo. (2016). Indicadores del Sistema General de Riesgos Laborales. Cifras 2011-2015. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Trabajo. (2016). Información estadística. Afiliados y eventos ATEL por sector económico. 2013-2015. Bogotá, Colombia.

MINMINAS, UPME, & U. Córdoba. (2015). Incidencia real de la minería del carbón, del oro y del uso del mercurio en la calidad ambiental con énfasis especial en el recurso hídrico - diseño de herramientas para la planeación.

MINMINAS. (2010). Diseño y validación del marco conceptual y metodológico para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los pasivos ambientales mineros en Colombia. Bogotá.: Econometría S.A.

MINMINAS. (2011). Censo Minero Departamental 2010-2011. Bogotá.: Ministerio de Minas y Energía.

MINMINAS. (2012). Censo Minero Departamental 2010-2011. Bogotá: Minissterio de Minas y Energía,

MINMINAS. (2015). Producción más limpia en la minería del oro en Colombia. Mercurio, cianuro y otras sustancias”. Subdirección de Planeación Minera. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA: [http://www.upme.gov.co/Docs/Mineria\\_limpia.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Mineria_limpia.pdf).

MINMINAS. (2016). Política minera de Colombia bases para la minería del futuro república de Colombia. Bogotá: Ministerio de minas y energía.

MINMINAS-UIS. (2014). Estudio diagnóstico sobre las áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono en algunos municipios de los Departamentos de Chocó, Santander y Valle del Cauca – Informe de evaluación del riesgo y uso futuro del suelo en las áreas de pasivos. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía – MinMinas & Universidad Industrial de Santander – UIS.

MINMINAS-UIS. (2016). Estudio diagnóstico sobre áreas mineras en estado de abandono presentes en algunos municipios de los departamentos de Boyacá y Tolima. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía - Universidad Industrial de Santander.

Miranda, M., Chambers, D., & Coumans, C. (19 de Octubre de 2005). *frameworkforresponsiblemining*. Obtenido de [http://www.frameworkforresponsiblemining.org/pubs/Framework\\_ES\\_20060601.pdf](http://www.frameworkforresponsiblemining.org/pubs/Framework_ES_20060601.pdf)

Mol, J. H., & Ouboter, P. E. (2004). Downstream Effects of Erosion from Small - Scale Gold Mining on the Instream Habitat and Fish Community of a Small Neotropical Rainforest Stream. *Conservation Biology*, 18(1), 201-214.

- Molina, C. F. (2017). Contaminación por mercurio en madres lactantes de municipios con explotación minera de oro de Antioquia, Colombia. *Biomedica*, 38.
- Moore, J. (2009). Mitos y realidades de la Minería Tradicional. Bogotá: DESLINDE. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/345460506/Moore-Jennifer-2009-Mitos-y-realidades-de-la-mineria-transnacional-pdf>
- Morales, M. (2017). Fallo judicial tumba medida que le costó \$ 13 billones a la Nación. *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/fallo-judicial-tumba-deducción-de-impuesto-de-renta-tras-regalias-a-empresas-mineras-146034>
- Moreno Requena, J. A. (2013). Alteraciones comportamentales y de personalidad debido a la exposición ocupacional a mercurio en un grupo de mineros del oro de la región del Bagre Antioquia.
- Mosquera, H. (2000). Censo Minero levantado en las comunidades de Plan de raspadura, El Dos, Calichón y Boca de raspadura. Quibdó: AGRO ESTUDIOS Y PROYECTOS LTDA.
- Mosquera, H. J. (2007). Investigación Acción Participativa, Incidencia de la Minería Artesanal en Territorios Colectivos de Comunidades Negras del Alto San Juan, Tadó, Chocó. En I. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES DEL PACIFICO, APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA, INVESTIGACION ACCIÓN-PARTICIPATIVA, ESTUDIO DE CASOS, ESTACIÓN AMBIENTAL TUTUNENDO-SEGURIDAD ALIMENTARIA, ESTACIÓN AMBIENTAL ALTO SAN JUAN-MINERÍA, CONSEJO COMUNITARIO LOS RISCALES, PESCA (págs. 99-127). Quibdó: IIAP.
- Mosquera, R. (1978). Pasado, presente y futuro de la Minería en el Chocó. Obtenido de Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, N° 112, Volumen 31: [https://www.sogeocol.edu.co/documentos/pres\\_y\\_futu\\_min.pdf](https://www.sogeocol.edu.co/documentos/pres_y_futu_min.pdf)
- Moyano, L., Wright, P. (2015). Regalías y pobreza en el caribe colombiano. Observatorio del Caribe.
- Muller, P. (2013). Las políticas públicas. En J. Torres, & J. Santander, Introducción a las políticas públicas: Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y ciudadanía. Bogotá.
- Muñoz-Losada, M. (sin fecha). La Consulta Popular o la participación del pueblo en las grandes decisiones. Bogotá: Ministerio del Interior y Fondo de Participación Ciudadana.
- Muñoz-Vallejo, L. F.-A.-V. (2012). Percepción sobre daños a la salud y utilidad de medidas de protección de personas expuestas ocupacionalmente al mercurio en la minería del oro. *Revista Lasallista de Investigación*, 9, 53-61.
- Narvaez, D. M.-V. (2014). Association between Glutathione S-transferases GFTM1 and GSTT1 polymorphisms and Risk of Coal Workers' Pneumoconiosis. *Mutagenesis*, 29(6).
- Narvaez, D. M.-V. (2017). Oxidative stress and repetitive element methylation changes in artisanal gold miners occupationally exposed to mercury. *Heliyon*, 3(9).
- Nash, J. (1999a). Geochemical Investigations and Interim Recommendations for Priority Abandoned Mine Sites on U.S.D.A. . San Juan County, Colorado. U. S. : Forest Service Lands, Mineral Creek Watershed, Geological Survey Open File Report 99170. 31 p.

- Negrete, R. (2016). Panorama de la titulación minera en Colombia. Bogotá D.C., Colombia: Foro Nacional por Colombia.
- Nordstrom, D., Blowes, D., & Ptacek, C. (2015). Hydrogeochemistry and microbiology of mine drainage: An update. *Applied Geochemistry*, Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2015.02.008>
- Novak, N. B. (2008). Loss-of-function mutations in the filaggrin gene and allergic contact sensitization to nickel. *J Invest Dermatol*, 128(6), 1430-1435.
- Núria Morelló Calafell, Marilyn Machado y Moritz Tenthoff ¿Paz para Quién: Defensa del territorio y minería en Colombia. Estudios de caso desde comunidades indígenas, campesinas y afrodescendientes. SBN: 978-84-16553-92-1 Academia.edu.html. recuperado de: [https://www.academia.edu/33894940/\\_Paz\\_para\\_qui%C3%A9n\\_Defensa\\_del\\_territorio\\_y\\_miner%C3%ADa\\_en\\_Colombia.\\_Estudios\\_de\\_caso\\_desde\\_comunidades\\_ind%C3%ADgenas\\_campesinas\\_y\\_afrodescendientes](https://www.academia.edu/33894940/_Paz_para_qui%C3%A9n_Defensa_del_territorio_y_miner%C3%ADa_en_Colombia._Estudios_de_caso_desde_comunidades_ind%C3%ADgenas_campesinas_y_afrodescendientes). 20 de mayo de 2019.
- Observatorio Pacifico y Territorio. (2013). Acercamiento a la Problemática Minera en el Pacifico colombiano. Cali, Colombia: FUCLA-TERRITORIOS DE ETNIAS-CINEP.
- OECD. (2014). Test No. 487: In Vitro Mammalian Cell Micronucleus Test. OECD Publishing.
- Olivero-Verbel, J. (2014). Efectos de la Minería sobre la Salud Humana Insumos para Plan Nacional de Ordenamiento Minero- PNOM.
- Olivero-Verbel, J. C.-G. (2011). Relationship between localization of gold mining areas and hair mercury levels in people from Bolivar, north of Colombia. *Biol Trace Elem Res*, 144(1-3), 118-132.
- Olivero-Verbel, J., & Johnson-Restrepo, B. (2014). El Lado gris de la minería. Cartagena, Colombia.: Editorial Universidad de Cartagena.
- Olivero-Verbel, J., Caballero-Gallardo, K., & Turizo-Tapia, A. (2015). Mercury in the gold mining district of San Martin de Loba, South of Bolivar (Colombia). *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), 5895–5907. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11356-0>
- OMS. (2006). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Organización Mundial de la Salud – OMS.
- Organización de los Estados Americanos. (2010). Nuestra democracia / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ciudad de México: México D.F.: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Ortiz Cueto E.F et al. (2017). *Legalización de minería de oro en Colombia*. Medellín. Ediciones UNAULA.
- Ospina, J. M. (2011). Evidencia temprana de alteración funcional por exposición respiratoria: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(4).
- Ospina-Restrepo, J. M. (2016). La irrupción de proyectos empresariales capitalistas en comunidades rurales tradicionales. En Henao, J.C., & A. Gonzalez-Espinosa, Minería y desarrollo.

Minería y comunidades: impactos, conflictos y participación ciudadana (págs. 41-67). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Pachas, V. H. (2012). El Sueño del Corredor Minero, como aprender a vivir contigo y sin ti. Cuzco, Perú: Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas".

Pacheco-Flórez, M., Saldarriaga-Isaza, A. (2019). Recursos no-renovables, diversificación y actividad económica en los departamentos de Colombia. Ensayos de Economía (en prensa).

Palacios, L., & Ayala, H. (2006). El Oro en la tierra NDA (Camina). Bioetnia, 38-53.

Palacios-Torres, Y., Caballero-Gallardo, K., & Olivero-Verbel, J. (2018). Mercury pollution by gold mining in a global biodiversity hotspot, the Choco biogeographic region, Colombia. Chemosphere, 193, 421–430. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.160>

Palmer, M., Bernhardt, E., Schlesinger, W., Eshleman, K., Foufoula-Georgiou, E., Hendryx, M., & White, P. (2010). Mountaintop mining consequences. Science, 327(5962), 148-149.

Pardo, S., & Gonzales, J. (2011). Aguas en Boyacá contaminadas por residuos de minas de carbón. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de grado de Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2017). Lineamientos institucionales para la planeación de las áreas protegidas en relacionamiento con territorios colectivos de grupos étnicos. Bogotá.: Parques Nacionales Naturales de Colombia.

Pavela, M. U. (2017). Cancer incidence among copper smelting and nickel refining workers in Finland. Am J Ind Med, 60(1), 87-95.

Pérez, A., Martínez, D., Barraza, Z., & Marrugo, J. (2016). Bacterias endófitas asociadas a los géneros cyperus y paspalum en suelos contaminados con mercurio. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 19(1), 67-76.

Pérez, M. (2014). Conflictos ambientales en Colombia, inventario, caracterización y análisis. Cali: Instituto CINARA.

Pérez, O., Margarita, M., & Betancur, V. (2016). Impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad minera al entorno natural y situación actual de Colombia. Sociedad y Ambiente. Volumen (10), 95-112.

Pfeiffer, W., Fiszman, M., Malm, O., & Azcue, J. (1986). Heavy metal pollution in the Paraíba do Sul River, Brazil. Science of the Total Environment, 58(1-2), 73-79.

PGN. (1 de Noviembre de 2017). MINERIA ILEGAL EN COLOMBIA. Informe Preventivo. Obtenido de <https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/MINERIA%20ILEGAL%20EN%20COLOMBIA%20%20DOCUMENTO.pdf>

Pinedo-Hernández, J., Marrugo-Negrete, J., & Díez, S. (2015). Speciation and bioavailability of mercury in sediments impacted by gold mining in Colombia. Chemosphere, 119, 1289–1295. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.044>

PNUD. (2014). Resumen Informe sobre Desarrollo Humano 2014 Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia. Washington DC, EUA.: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

PNUM-Minambiente. (2012). Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala. . Bogotá.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Polanía, J. (2010). Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 13(3), 75-86.

POLÍTICA MINERA DE COLOMBIA, 2016 Bases para la minería del futuro Bogotá D.C., Ministerio de Minas y Energía, abril de 2016.

Ponce-Muriel, A. (2012). El desalentador panorama de la minería en Colombia. Bogotá: Random House Mondadori.

Pond, G., Passmore, M., Borsuk, F., Reynolds, L., & Rose, C. (2008). Downstream effects of mountaintop coal mining: comparing biological conditions using family-and genus-level macroinvertebrate bioassessment tools. *Journal of the North American Benthological Society*, 27(3), 717-737.

Posada, M., & Arroyave, M. (2006). 2006. Efectos del mercurio sobre algunas plantas acuáticas tropicales. *Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq* No.6.

Procuraduría General de la Nación (2011). Minería ilegal en Colombia: Informe preventivo. Colombia.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). Informe de Desarrollo Humano. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD.

Proyecto Multinacional Andino. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Geológica Multinacional No. 4. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA) .

Quansah, R. A. (2015). Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infants mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 123(5), 412.

Quiroz, L. H. (2013). Enfermedad y síntomas respiratorios en niños de cinco municipios carboníferos del cesar, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 66-79.

Rainwater, T. R., Adair, B. M., Platt, S., Anderson, T., Cobb, G., & McMurry, S. (2002). Mercury in Morelet's crocodile eggs from northern Belize. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 42(3), 319-324.

Ramírez-Cardona, O. (2018). El resguardo Hojal-La Turbia de la comunidad awá y las dificultades de la justicia transicional para la restitución de los territorios. En: *Boletín No. 15. Edición especial sobre restitución de derechos territoriales*. Bogotá.

Ramírez-Chaves, H., E., Ortega-Rincón, M., Pérez, W. A., Marín, D. 011. Historia de las especies de mamíferos exóticos en Colombia. *bol.cient.mus.hist.nat.* 15 (2): 139 – 156. [http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin\(15\)2\\_11.pdf](http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Boletin(15)2_11.pdf)

- Registraduría Nacional del Estado Civil. (2018). Consulta Popular. Obtenido de Registraduría Nacional del Estado Civil: <http://www.registraduria.gov.co/-Consulta-Popular-2017-.html>.
- Rendón, I. M. (1997). Neumoconiosis en la minería subterránea del carbón, Amagá, 1995. *Revista Nac. Salud Pública*, 14(2), 46-67.
- Rendón, M. (2016). Desarrollo de Montelíbano y Unión Matoso, a partir de la explotación de Cerromatoso SA 2005-2015. Universidad del Rosario.
- Rettberg, A., Ortiz-Riomalo, J. (2016). Golden opportunity, or a new twist on the resource–conflict relationship: links between the drug trade and illegal gold mining in Colombia. *World Development* 84, 82-96.
- REVISTA SEMANA. (2014). (2014) y varios medios en las redes sociales documentaron las inconformidades y las inconveniencias de la medida frente a la nueva indignación del momento y de los movimientos sociales en varios sitios de la geografía nacional. Obtenido de REVISTA SEMANA -Edición N° 00429 .
- Rice, K. M., Walker, E. M., Wu, M., Gillette, C., & Blough, E. R. (2014). Environmental mercury and its toxic effects. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 47(2), 74–83. <https://doi.org/10.3961/jpmph.2014.47.2.74>
- Rinaldi, M, B. Wyzga & N. Surian. 2005. Sediment mining in alluvial channels: physical effects and management perspectives. *River Res. Applic.* 21: 805-828.
- Rincón, A., Romero, M., Bernal, N., Rodríguez, N., & Rodríguez, J. (2006). Modelamiento de presiones sobre la biodiversidad en la Guayana. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, (I) 211–244.
- Roa-Fuentes CA, Pérez-Mayorga MA. Modificación de ambientes lóticos para la extracción de carbón a cielo abierto: efectos sobre la biota y recomendaciones. *Acta biol. Colomb.* 2018;23(1):17-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v23n1.61574>.
- Robayo S. Mary Luz, 2012. *Habitus Productivo y Minería: El Caso de Marmato, Caldas.* Universitas humanística no.74 julio-diciembre de 2012 pp: 145-172 Bogotá - Colombia issn 0120-4807.
- Robles, J. (2011). Cuatro problemas teóricos fundamentales para una democracia deliberativa. . *Revista Pollis*, Vol. 7, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense de Madrid , 47.
- Rodríguez Yee, R. G. (2009). Obtenido de El Niquel en Colombia. Unidad de Planeación Minero Energética: [http://www.upme.gov.co/docs/niquel\\_colombia.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/niquel_colombia.pdf)
- Rodríguez-Villamizar, L. A.-T. (2015). Human mercury exposure and irregular menstrual cycles in relation to artisanal golds mining in Colombia. *Biomedica*, 35 (SPE), 38-45.
- Rubiano, Sebastián (2014). En busca del oro en la selva. Colonización minera y ordenamiento territorial en la Amazonia colombiana, Taraira y el bajo río Apaporis (1984-2014). Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Geografía. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Rudas, G. (2014). La minería de carbón a gran escala en Colombia: impactos económicos, sociales, laborales, ambientales y territoriales. *Revista Análisis*, 68(1).

Rudas, G., Espitia, J. (2013). La paradoja de la minería y el desarrollo. Análisis departamental y municipal para el caso de Colombia. En L. Garay (dir.), “Minería en Colombia. Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos”. Bogotá: Contraloría General de la República (pp. 27-82).

Ruiz Ruiz N.Y. Castillo de Herrera M. – Forero Niño (2018). *Geopolítica del despojo. Minería y violencia en Colombia*. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia.

Ruiz, F. (2018). Boyacá: carbón y resistencia civil. Obtenido de Viva la Ciudadanía: <http://viva.org.co/cajavirtual/svc0429/articulo05.html>

RUNAP. (2018). Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP. Obtenido de <http://runap.parquesnacionales.gov.co/>

Ryan Brightwell, B. C. (2013). Banking on coal BanckTrack.

Saade-Hazin, M. (2014). Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable. CEPAL, Serie Macroeconomía del Desarrollo No. 157, 54.

Salazar, J.C., 2014. Tensiones entre la minería y el resto de sectores económicos en el contexto regional: estudios de caso sobre minería informal e ilegal, in: Benavides, J. (Ed.), Insumos para el desarrollo del Plan Nacional de Ordenamiento Minero. Uniandes – UPME, Bogotá, pp. 573-630.

Salazar-Camacho, C., Salas-Moreno, M., Marrugo-Madrid, S., Marrugo-Negrete, J., & Díez, S. (2017). Dietary human exposure to mercury in two artisanal small-scale gold mining communities of northwestern Colombia. *Environment International*, 107(February), 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.06.011>

Saldarriaga-Isaza, A., Villegas-Palacio, C., Arango, S. (2013). The public good dilemma of a non-renewable common resource: A look at the facts of artisanal gold mining. *Resources Policy* 38, 224–232.

Salinas, Y., & Herrera, A. (2008). *Minería y Derecho a la Participación*. Bogotá: INDEPAZ, Red Andina por los Derechos Humanos en Proyectos de Explotación de Recursos Naturales, Resultado de Proyecto.

Samiento, M. (2013). Legitimizing the Oro Verde Program through Non-State Market Driven System. Informe Proyecto GOMIAN. Bogotá, Colombia: Proyecto GOMIAN.

Sánchez Rodríguez, L. H.-V. (2015). Lack of autoantibody induction by mercury exposure in artisanal gold mining settings in Colombia: Findings and a review of the epidemiology literature. *J Immunotoxicol*, 12(4), 368-375.

Sanchez, J., Bocco, G. F., & Velázquez, A. (2003). Análisis de cobertura y uso de terreno en el contexto de su dinámica espacio-temporal. Instituto Nacional de Ecología de México., 235-255. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología.: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/420/diez.html>

Sánchez-Arriaga, D., & Cañón-Barriga, J. (2010). Análisis documental del efecto de vertimientos domésticos y mineros. *Gestión y Ambiente*, 13–3(3), 115–130.

Sánchez-Rodríguez, L. H.-V.-V. (2017). No effect of mercury exposure on kidney function during ongoing artisanal gold mining activities in Colombia. *Toxicol Ind Health*, 33(1), 67-78.

Sandoval, L., Marín, M., Almanza, A.M. (2017). Explotación de recursos naturales y conflicto en Colombia. *Revista de Economía Institucional* 19(37), 201-225.

Santella-Quintero, H. (2016). Un territorio y tres modelos de gestión: análisis de la necesidad de armonizar y constitucionalizar las competencias urbanísticas, ambientales y mineras sobre el territorio. En J. Henao, & S. Díaz-Angel, *Minería y Desarrollo. Historia y gobierno del territorio* (págs. 165-225). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.

Santibáñez, A., & Barra, M. (2006). *La Racionalidad de los Actores en Políticas Públicas: un Esquema Teórico para entender el Funcionamiento de las Democracias Modernas*. Obtenido de [http://www.colpos.mx/tabasco/diplomado/3y4demarzo/actores\\_en\\_politica.pdf](http://www.colpos.mx/tabasco/diplomado/3y4demarzo/actores_en_politica.pdf)

Schneider, L., Maher, W., Green, A., & Vogt, R. (2013). *Mercury contamination in reptiles: an emerging problem with consequences for wild life and human health*. Hauppauge, New York, USA,: ova Science Publishers, Inc.

Scotto, G. (2013). Estados Nacionales, Conflictos Ambientales y Minería en América Latina. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socio Ambientales*, 95-116.

Semana Sostenible. (06 de 07 de 2017). Deforestación en Colombia aumentó un 44% entre 2015 y 2016. *Semana Sostenible*.

Sentencia C-366 de 2011 por la cual se declara Inexequible la Ley 1382 de 2010, “por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas”., Sentencia C-366 de 2011 (Corte Constitucional 2011).

Sentencia T-445 de 2016, Exp. T-5498864 (Corte Constitucional. Magistrado Ponente: Jorge Iván Palacio Palacio 19 de agosto de 2016).

SGC. (2012). Zonificación geomecánica y de amenazas por movimiento en masa en el municipio de Soacha - Cundinamarca zona urbana y de expansión urbana, escala 1:5000. Informe Técnico. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.

SGC. (2013a). Zonificación de amenaza por movimientos en masa en el municipio de Cáqueza – Cundinamarca. Informe Técnico. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC. .

SGC. (2013b). Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 300 – Cali. Informe Técnico. Servicio Geológico Colombiano, SGC: Bogotá D.C.

SGC. (2014). Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 147 – Medellín Oriental. Informe Técnico. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.

SGC. (2015a). Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000. Plancha 18 – Ciénaga. Informe Técnico. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.

SGC. (2015b). Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 279 – Dagua. Informe Técnico. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.

SGC. (2015c). Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 260 – Buenaventura. Informe Técnico. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC. .

SGC. (2017). Sistema de Información de Movimientos de Masa (SIMMA). Obtenido de Servicio Geológico Colombiano.: <http://simma.sgc.gov.co>.

SGME. (2012). Sector minero en Colombia. Obtenido de Asociación del sector de la Minería a Gran Escala (SMGE): <http://www.ccx.com.co/es/nuestros-negocios/Pages/sector-mineria-colombia.aspx>.

Shen, H. M. (1994). Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environmental health perspectives*, 102, Suppl 1, 275.

Shipan, C., & Volden, C. (2012). Policy Diffusion: Seven Lessons for scholars and practitioners. *Public administration Review*, 72 (6):788-796.

Silva, L., Wollenschlager, M., & Oliveira, M. (2011). A preliminary study of coal mining drainage and environmental health in the Santa Catarina region, Brazil. *Environmental geochemistry and health*, 33(1), 55-65.

Simberloff, D., Martin, J., Genovesi, P., Maris, V., Wardel, D., Aronson, J., . . . Vila, M. (2013). Impacts of biological invasions: What's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution* , 28: 58-66.

SINHA, R.; VALANI, D.; SINHA, S.; SINGH, SH. y S. HERAT. 2009. Bioremediation of contaminated sites: a low-cost nature's biotechnology for environmental clean up by versatile microbes, plants & earthworms. En: Faerber, T. y J. Herzog (ed.). *Solid Waste Management and Environmental Remediation*. 1-72. Nova Science Publishers. New York.

Siurin, S. A. (2012). Working conditions and occupational pathology in electrolytic nickel refinery workers. *Gig Sanit* (2), 30-33.

Smith, K., Campbell, D., Desborough, G., Hageman, P., Leinz, R., Stanton, M., . . . Yager, D. (2002). Tool kit for the rapid screening and characterization of waste piles on abandoned mine lands. En R. Seal II, & N. Foley, *Progress on Geoenvironmental Models for Selected Mineral Deposit Types*, Chapter C. U. S. . Geological Survey Open-File Report 020195.

Smith, K., Ramsey, C., & Hageman, P. (2000b). ICARD. En *Sampling strategy for the rapid screening of mine-waste dumps on abandoned mine lands*. Denver, Colorado: Fifth International Conference on Acid Rock Drainage,.

Smol, J. (2009). *Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective*. John Wiley & Sons.

Social, M. d. (2007). *Guía de atención integral de salud ocupacional basada en evidencia para desórdenes músculos esqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores*. Bogotá: Ministerio de la protección social.

SPDA. (2014). La realidad de la minería ilegal en países amazónicos. Obtenido de Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, : <http://spda.org.pe/wpfb-file/la-realidad-de-la-mineria-ilegal-en-paises-amazonicos-spda-pdf/>

Suaréz, E., Fernández, C., & Pérez, G. (2017). La gobernanza de los recursos naturales y los conflictos en las industrias extractivas: el caso de Colombia. . Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL.

Suárez, J. E. C. Anoftalmia en *Dendropsophus labialis* (Anura: Hylidae) en un agroecosistema pastoril de Villa de Leyva, Colombia. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 1(1), 53-54.

Tamayo, L.J. (2012). Distribución regional de las regalías directas en Colombia y sus efectos sobre el desarrollo socioeconómico entre regiones receptoras y no receptoras de regalías. Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana.

Tierra Digna, & Melo Ascencio, D. (2016). La Minería en Chocó, Investigación y propuestas para convertir la crisis socio-ambiental en paz y justicia territorial. Bogotá, Colombia: Centro de Estudios para la Justicia Social (CEJS) Tierra Digna.

Tirado, V. G. (2000). Pneuropsychological disorders after occupational exposure to mercury vapors in Bagre (Antioquia, Colombia). *Revista Neurol*, 31(8), 712-716.

Tiwary, R. (2001). Environmental Impact of Coal Mining on water Regime and Its Management. *Water, Air, and Soil Pollution* (132), 185. Obtenido de <https://doi.org/10.1023/A:1012083519667>

Torjussen, W. (2017). Nasal cancer in nickel workers. Histopathological findings and nickel concentrations in the nasal mucosa of nickel worker, and a short review of chromium and arsenic. *Nasal Tumors in Animal and Man Vol II*, 33-54.

Torres Gutierrez, J. I., Pinzón Salcedo, M., Esquivia Zapata, M., Parra Pizarro, A., & Espitia Jimenez, E. H. (2012). LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE RECURSOS MINERALES EN COLOMBIA, Casos Valle del Cauca (Río Dagua) – Chocó (Río San Juan), Efectos Sociales y Ambientales. Bogotá: Contraloría General de la República-Contraloría Delegada Sector Minas y Energía.

Torres Gutierrez, J. I., Pinzón Salcedo, M., Esquivia Zapata, M., Parra Pizarro, A., & Espitia Jimenez, E. H. (2012). LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE RECURSOS MINERALES EN COLOMBIA, Casos Valle del Cauca (Río Dagua) – Chocó (Río San Juan), Efectos Sociales y Ambientales . Bogotá: Contraloría General de la República-Contraloría Delegada Sector Minas y Energía.

Torres Rey, C. H. (2015). Underground Coal Mining: Relationship between Coal Dust Levels and Pneumoconiosis, in Two Regions of Colombia, 2014. *Biomed Res intm* 2015.

Torres, J., & Santander, J. (2013). Introducción a las políticas públicas: Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y ciudadanía. IEMP Ediciones.

Torres-Rodríguez G., A. et al 2019. Dinámica del Mercurio en una red trófica del Río Teta, Municipio de Buenos Aires Cauca”, CRC- Unicauca-Unicordoba. Proyecto en Ejecución.

Tubb, D. (2015). Muddy decisions: gold in the Chocó, Colombia. . *The Extractive Industries and Society*, 2(4), 722-733.

UNDP. (2014). V Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Biodiversidad Biológica. Obtenido de UNDP:

[http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/library/environment\\_energy/v-informe-nacional-de-biodiversidad-de-colombia-ante-el-convenio.html](http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/library/environment_energy/v-informe-nacional-de-biodiversidad-de-colombia-ante-el-convenio.html)

UNEP. (2009). Mercury Time to Act. Nature (Vol. 458). <https://doi.org/10.1038/ngeo275>

Universidad de La Guajira. (2011). Impactos ambientales de la minería en Colombia. . Obtenido de Universidad de La Guajira: <http://repositorio.ucm.edu.co>

Universidad Tecnológica de Pereira. (2017). Informe de caracterización de vertimientos canteras y dragas en Risaralda. Reporte Convenio Interadministrativo N°336 de 2016. Universidad Tecnológica de Pereira-CARDER.

UNODC. (2016). Explotación de oro de aluvión. Bogotá: UNODC. Obtenido de [https://www.unodc.org/documents/colombia/2016/junio/Explotacion\\_de\\_Oro\\_de\\_Aluvion.pdf](https://www.unodc.org/documents/colombia/2016/junio/Explotacion_de_Oro_de_Aluvion.pdf)

UPME. (2014). Indicadores De La Minería En Colombia Versión preliminar. Bogotá D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética Subdirección de Planeación Minera-UPME.

UPME. (2014). Plan Nacional de Ordenamiento Minero. Bogotá.

UPME. (2015). Plan estratégico Institucional PEI 2015-2018. Bogotá: UPME.

UPME. (2017). Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025, Minería responsable con el territorio. Bogotá.

UPME. (2018). Plan Nacional de Desarrollo Minero con horizonte a 2025. Bogotá: UPME.

UPME-UIS. (2014). Estimación de áreas intervenidas, consumo de agua, energía y costos de producción en la actividad minera. (D. d.-0. -UIS, Ed.) Obtenido de UPME: [http://www.upme.gov.co/seccionmineria\\_sp/areas\\_intervenidas.pdf](http://www.upme.gov.co/seccionmineria_sp/areas_intervenidas.pdf)

Urán Carmona, A. (2014). Formas de Organización y Regulación de la Minería de Oro en Colombia. Culturas, Ecología Humana y Ciudadanías, 32-55.

Urán-Carmona, A., Cano, W., Soto, A., & Vásquez, M. (2013). Problemas ambientales y conflictos socio-políticos de la minería de oro pequeña escala (Chocó, Colombia). Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía, Grupo Medio Ambiente y Sociedad-MASO.

Urbina-Cardona, J.N. y Castro, F. 2010. Distribución Actual y Futura de Anfibios y Reptiles con Potencial Invasor en Colombia: Una Aproximación Usando Modelos de Nicho Ecológico. En: Varela-Ramírez, A. (ed.) Biodiversidad y Cambio Climático. IDEAM - Proyecto INAP componente B Alta Montaña - Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Van der Veen, P., Remy, F., Williams, J.P., Lundberg, B., Walser, G. (1997). Estrategia minera para América Latina y El Caribe. World Bank technical paper 345.

Van Kampen, V. M. (2003). Immediate type allergies due to metal-nickel. Pneumologie.

Vargas, M. L. (2011). Alteraciones neuropsicológicas en escolares de un municipio con niveles elevados de vapor de mercurio medioambiental Colombia, 2008-2009. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 29(4).

Vargas, V. (2001). Indicadores de sostenibilidad y de desempeño socioambiental para dos grupos de usuarios Mineros en Colombia. Medellín-Colombia.

- Vargas-Velásquez, A. (2007). Políticas públicas, gobernanza y globalización. Fundamentos de políticas públicas.
- Villabona, J., Quimbay, C., 2017. Tasas efectivas del impuesto de renta para sectores de la economía colombiana entre el 2000 y el 2015. *Innovar* 27, 91-108.
- Villada-Bedoya, S., Triana-Moreno, L., & Dias, L. (2017). Grupos funcionales alimentarios de insectos acuáticos en quebradas andinas afectadas por agricultura y minería: Functional feeding groups of aquatic insects in Andean streams affected by agriculture and mining. *Caldasia*, 39(2), 370-387.
- Villamil Lepori, E. E. (2015). Hidroarsenicismo crónico regional endémico en Argentina. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 49(1), 83-104.
- Villas Bôas, R. C., & Page, R. (2002). La Minería en el Contexto de la Ordenación del Territorio. Rio de Janeiro, Brasil: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Tecnología Mineral-CYTED, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Serviço Geológico Minero Argentino.
- Viloria de la Oz, J., Bonet, J., Gamarra-Vergara, J., & Pérez, G. (2008). Economías del Pacífico colombiano. Cartagena: Banco de la República, Colección de Economía Regional.
- Walter, M. (2009). Conflictos ambientales, socioambientales, ecológicos distributivos, de contenido ambiental. Reflexionando sobre enfoques y deficiencias. *Boletín Ecos*, 1-9.
- Wang, X. C. (2009). A Novel Optical Instrument for Estimating Size Segregated Aerosol Mass Concentration in Real Time. *Aerosol Science and Technology*, 43(9), 939-950.
- Wikipedia. (2 de mayo de 2018). Minería ilegal en Colombia. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre.: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Miner%C3%ADa\\_ilegal\\_en\\_Colombia&oldid=107646017](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Miner%C3%ADa_ilegal_en_Colombia&oldid=107646017)
- Wolfe, M., Schwarzbach, S., & Sulaiman, R. (1998). Effects of mercury on wildlife: a comprehensive review. *Environmental toxicology and chemistry*, 17(2), 146-160.
- Worrall, A., Neil, D., D., B., & Mulligan, D. (2009). Towards a sustainability criteria and indicators framework for legacy mine. *Journal of Cleaner Production* 17, 1426–1434.
- Yurupari, A. (2004). Informe “Pasivos Ambientales Mineros en Suramérica”. En: CEPAL e Instituto Federal de Geociencias y Recursos naturales BGR. 2004. Tendencias en legislación ambiental minera y pasivos ambientales. En CEPAL, Tendencias en legislación ambiental minera y pasivos ambientales. CEPAL e Instituto Federal de Geociencias y Recursos naturales BGR.
- Zalacain, M. S. (2005). El ensayo de micronúcleos como medida de inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28, 227-236.
- Zapata, I., Martínez, L., Posada, E., González, M., & Saldarriaga, J. F. (2017). Efectos de la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), sobre el crecimiento de microorganismos en suelos contaminados con mercurio de Segovia, Antioquia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27 (1), 77-90. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1911>

Zhang, H., Feng, X., Larssen, T., Qiu, G., & Vogt, R. (2010). In inland China, rice, rather than fish, is the major pathway for methylmercury exposure. *Environmental Health Perspectives*, 118(9), 1183.