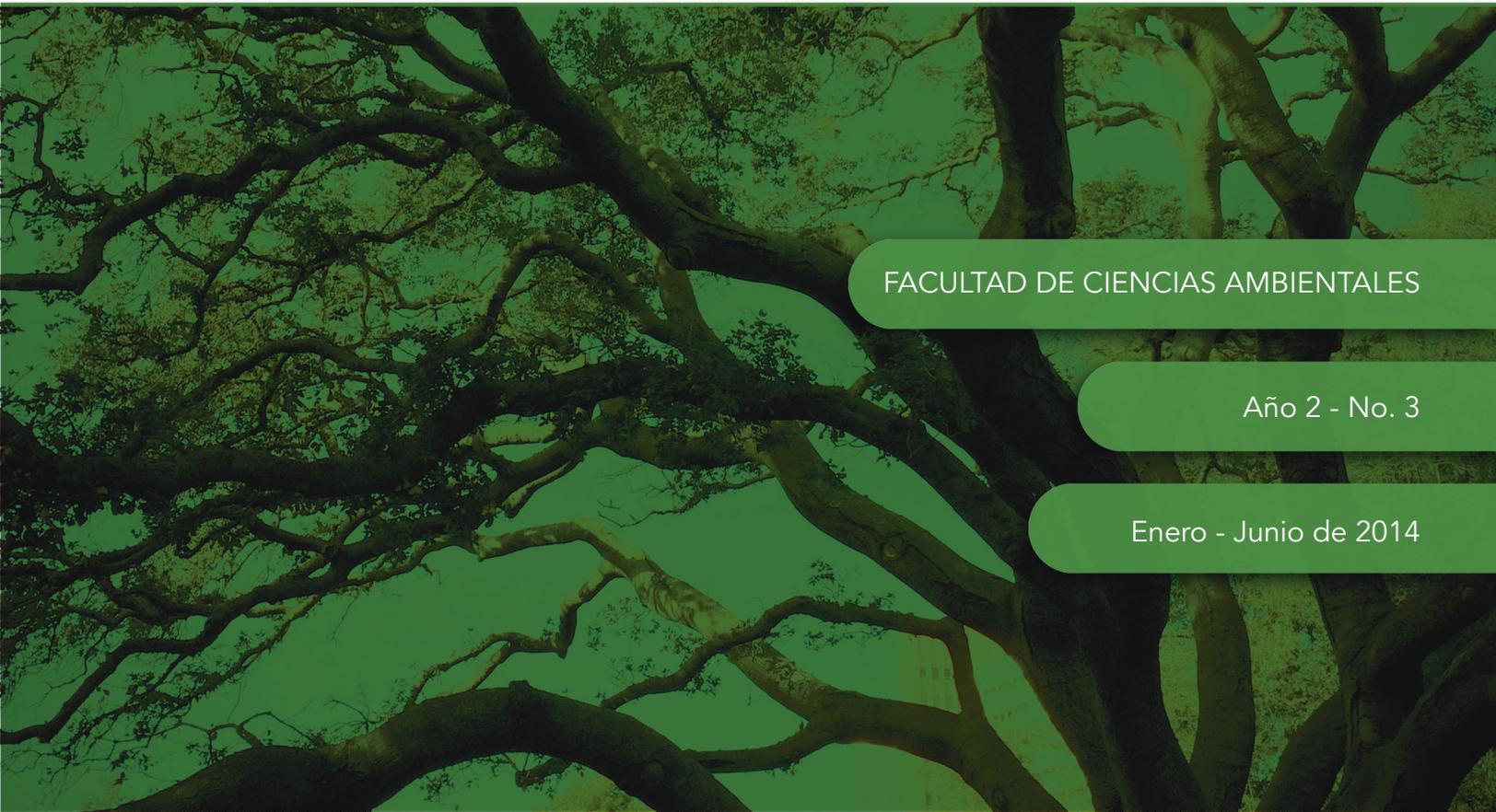




Revista ambientarium

PUBLICACIÓN SEMESTRAL DE LA UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

ISSN: 2389-8739



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Año 2 - No. 3

Enero - Junio de 2014



Universidad
Piloto de Colombia
UN ESPACIO PARA LA EVOLUCIÓN

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

Presidente

José María Cifuentes Páez

Rectora

Patricia Piedrahíta Castillo

Director de Publicaciones y Comunicación Gráfica

Rodrigo Lobo-Guerrero Sarmiento

Director de Investigaciones

Mauricio Hernández Tascón

Coordinador General de Publicaciones

Diego Ramírez Bernal

Decano del Programa de Administración y Gestión Ambiental

Lina Constanza Franco Pardo

REVISTA AMBIENTARIUM©

Revista virtual de la Facultad de Ciencias Ambientales

ISSN: 2389-8739

Director

William Antonio Lozano-Rivas

Comité Editorial y Científico

Lina Constanza Franco Pardo

Decana Facultad de Ciencias Ambientales

Bacterióloga

MSc. en Ecoauditorías y Planificación Empresarial del Medio Ambiente

MSc. en Desarrollo y Saneamiento Ambiental

Yenny Constanza Román Nuñez

Coordinadora Nodal de Investigaciones - Arquitectura, Arte y Ciencias Ambientales

Licenciada en Química y Biología

Esp. en Gestión Ambiental Urbana

William Antonio Lozano-Rivas

Coordinador de Investigaciones y Publicaciones del Programa Administración y Gestión Ambiental

Ingeniero Ambiental y Sanitario

PhD. en Biotecnología - Ambiental

MSc. en Ingeniería del Agua

Exp. en Tecnología del Agua

Esp. en Creación de Modelos en Ecología y Medio Ambiente

Jairo Bárcenas Sandoval

Director de la Especialización en Gestión Ambiental Urbana

Esp. en Evaluación Social de Proyectos

Esp. en Gerencia Financiera

Esp. en Ingeniería Ambiental

Esp. en Mercados y Políticas del Suelo en América Latina

Rodrigo Fabián Calderón Muñoz

Jefe de Área Común de Medio Ambiente

Microbiólogo Industrial

Esp. en Antropología Forense

MSc. en Antropología Biológica

c.PhD en Ciencias - Bioantropología

Wilson Ariel Ramírez Hernández

Biólogo

PhD. en Biología - Ecología

Diseño y Diagramación

Departamento de Publicaciones y Comunicación Gráfica de la Universidad Piloto de Colombia

Fotografía Portada

Por: Victor Zambrano, tomada de: <https://unsplash.com/photos/naQdcC4nVgA>, el 27 de Octubre de 2015.

La obra literaria publicada expresa exclusivamente la opinión de sus respectivos autores, de manera que no representan el pensamiento de la Universidad Piloto de Colombia. Cada uno de los autores, suscribió con la Universidad una autorización o contrato de cesión de derechos y una carta de originalidad sobre su aporte, por tanto, los autores asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta publicación.

Tabla de Contenido

4 Editorial

Lina Constanza Franco P.

7 Proyecto de evaluación de la carga contaminante de la lixiviación de las colillas de cigarrillo arrojadas a vías y andenes, sobre los ríos urbanos. Caso de estudio: zonas de rumba en Bogotá D.C.

Rommel Adalberto Bonilla Cortés, María Paula Campos Vargas, Alexandra Salinas Caicedo, Alexa Manrique Rodríguez, Ángela Jaimes Rodríguez, Oscar López Espitia, William Antonio Lozano-Rivas

15 ¿Miedo a la sequía?

José Fernando Cuello

19 Caracterización general de la minería y de sus implicaciones económicas, ambientales y sociales

María Isabel Cusgüen Gómez , Mario Alejandro Álvarez León , Alejandro Arango Ramírez

Editorial

Lina Constanza Franco P.

Decana

Facultad de Ciencias Ambientales
Universidad Piloto de Colombia

Desde su acepción como “lugar para el ambiente”, la revista *Ambientarium* tiene como propósito servir como un verdadero puente para el desarrollo sostenible, o lo que es mejor, una contribución a la sostenibilidad, a través del debate, la crítica y las posturas tanto técnico-científicas como políticas, económicas o sociales en torno a las cuestiones ambientales.

En este sentido, desde este espacio intentamos reforzar nuestra convicción de que el desarrollo sostenible superó hace rato la creencia de que su legitimidad es solo resultado del Informe de la Comisión Brundland, o el paradigma global de las Naciones Unidas y más allá de ello, promulgamos el valor del concepto de “sostenibilidad”. Así, nuestra apuesta coincide con el concepto que se promulga, en algunos ámbitos, de que desarrollo sostenible

es equívoco por cuanto alimenta el desarrollismo y la falacia de un crecimiento ilimitado basado en una naturaleza limitada; por ello, se promulgó allí mismo, que sea el concepto de “**sostenibilidad**”, el que considerando una naturaleza con límites, permita una nueva comprensión y visión del mundo.

Más allá de los conceptos y acepciones lo importante es el logro de la sostenibilidad, lo que implica, entre otras cosas, el necesario cambio de paradigma, incorporando reflexiones y decisiones acerca de un futuro donde prime el equilibrio entre las consideraciones ambientales, sociales y económicas, en pro de un ambiente sano, la conservación de los recursos naturales y una sociedad más justa y responsable. Lo anterior, no es lejano a la necesidad de cumplir y continuar los propósitos

de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible que llega este año a su fin, y a las metas que se fijaron en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). En cualquiera de los casos, es imposible pensar en una sociedad próspera, que no dependa de un ambiente sano que provea alimentos, agua potable y aire limpio para sus ciudadanos.

Pero quizá sin duda, la tarea más apremiante de la humanidad y de manera particular de la educación para el desarrollo sostenible tiene que ver con su aporte a la reducción de la pobreza, entendiendo la pobreza como la expresión agobiante de la sociedad que inequívocamente marca una diferencia abismal en las condiciones de calidad de vida de la población, llegando a poner en juego la supervivencia de millones de personas en el mundo entero.

Y es que la meta de los Objetivos de Desarrollo del Milenio de reducir a la mitad la pobreza se cumplió antes del tiempo previsto, ya que en las regiones en desarrollo, la proporción de personas que viven con menos de US\$1,25 al día se redujo en más de la mitad entre 1990 y 2010. Sin embargo este avance no es homogéneo en el planeta, pues gran parte de África y Asia Meridional no dan cuenta de ese mismo logro. En la actualidad, más de 1000 millones de personas en el mundo viven aun en la miseria y muchos más sufren hambre y son vulnerables a las crisis ambientales. De igual manera, la desnutrición se mantiene como uno de los problemas de salud pública más graves en el mundo.

Según la FAO, la pobreza rural persiste en los países donde las políticas no se orientaron al mejoramiento de la productividad agrícola y la infraestructura rural y donde fallaron en proporcionar a la

población rural el acceso a los servicios sociales. De igual manera, el cambio climático y otros problemas ambientales, el aumento de la población y los fenómenos migratorios ejercen una presión sobre los ecosistemas y los recursos naturales en las zonas rurales, aumentando la vulnerabilidad y el riesgo ambiental del territorio y para la vida humana.

Así, el reto de la reducción de la pobreza conlleva la urgente necesidad de una adecuada gestión ambiental y exige el uso sostenible de los recursos naturales. Es claro que de no implementar modelos de producción y consumo sostenibles, así como de no aumentar la producción de alimentos necesaria para mejorar la calidad de vida en las poblaciones más pobres, aumentará el impacto sobre el suelo, las emisiones de gases de efecto invernadero y la pérdida de la biodiversidad.

Por lo anterior y los argumentos expuestos en ediciones anteriores, la revista *Ambientarium* se sigue erigiendo como un espacio de exposición, análisis y discusión de problemas y propuestas de soluciones ambientales que contribuyan, desde el debate, la investigación y la academia, a la consolidación de una masa crítica que aporte no solo con propuestas de solución a dichas problemáticas, sino que contribuya en pro del desarrollo sostenible y, en nuestro caso, a la construcción de país.

En este tercer número que se presenta hoy, valoramos el aporte de los investigadores, los docentes y los estudiantes que han aceptado la invitación de la revista *Ambientarium* y nos dan su visión sobre la carga contaminante de la lixiviación de las colillas de cigarrillo sobre los ríos urbanos, la sequía y la caracterización e impactos de la minería.

Así el investigador William Antonio Lozano-Rivas, PhD, líder del grupo de investigación Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS) y otros autores adscritos al Semillero de Investigación en Gestión y Tecnologías del Agua del Programa de Administración y Gestión Ambiental de la Universidad Piloto de Colombia presentan el artículo *“Proyecto de evaluación de la carga contaminante de la lixiviación de las colillas de cigarrillo arrojadas a vías y andenes, sobre los ríos urbanos. Caso de estudio: zonas de rumba en Bogotá D.C.”*. En este, se muestra la caracterización físico-química de las colillas de cigarrillo, los datos de consumo de cigarrillos en el país y se presenta el proyecto de investigación que permitirá evaluar y cuantificar el impacto ambiental que tiene, sobre los cuerpos hídricos superficiales de la ciudad, el arrojado de las colillas de cigarrillo en las zonas de rumba de la capital colombiana.

Por su parte, el artículo presentado por el arquitecto José Fernando Cuello, profesor de la Especialización en Gestión Ambiental Urbana de la Universidad Piloto de Colombia, nos muestra su mirada sobre la disponibilidad de agua para Bogotá y las amenazas de un posible desabastecimiento.

De igual manera, hace parte de este número, el trabajo realizado por los estudiantes María Isabel Cusgüen y Mario

Álvarez, y del docente investigador Alejandro Arango titulado *“Caracterización general de la minería y de sus implicaciones económicas, ambientales y sociales”*, en el cual se muestra el impacto que la producción minera tiene en el desarrollo socio-económico de los países, demostrando, sin embargo, que las economías basadas en explotación minera no son siempre exitosas. Se presentan los aspectos generales de la actividad minera en el país y su relación y/o efecto con los aspectos socio-económicos y ambientales, las restricciones asociadas al uso del suelo para este fin en el último tiempo y, las implicaciones que esto tiene con miras al control de la llamada “enfermedad holandesa”.

De esta forma, como editores de *Ambientarium*, ratificamos nuestro compromiso con el ambiente, la sostenibilidad y las generaciones presentes y futuras, y les invitamos a seguir haciendo parte de la comunidad que nace en torno a la revista. Como autores aportando con sus miradas e investigaciones y, como lectores, manteniendo la capacidad de asombro, el carácter crítico y constructivo en torno a las opiniones y trabajos que aquí se presentan y a no detenerse cuando se requiera emprender acciones por y para el ambiente. Sin más, les invitamos a iniciar esta lectura.

Proyecto de evaluación de la carga contaminante de la lixiviación de los colillos de cigarrillo arrojados a vías y andenes, sobre los ríos urbanos

Caso de estudio: zonas de rumba en Bogotá D.C.

Evaluation project of the contamination from the leaching of cigarette butt littering in streets and footways, and into urban rivers. Case study: nightlife in Bogota D.C.

Rommel Adalberto Bonilla Cortés¹, María Paula Campos Vargas²,
Alexandra Salinas Caicedo³, Alexa Manrique Rodríguez⁴,
Ángela Jaimes Rodríguez⁵, Oscar López Espitia⁶,
William Antonio Lozano-Rivas⁷.

RESUMEN

Las colillas de cigarrillo son la forma más común de arrojo de basura en el mundo. Estas colillas, compuestas de tabaco remanente, un filtro de acetato de celulosa y el papel envolvente, poseen características tóxicas y altamente contaminantes para los ecosistemas. El filtro de los cigarrillos, fue introducido en

PALABRAS CLAVE:

Bogotá D.C., colillas de cigarrillo, ríos urbanos, zonas de rumba.

1. Profesional en Administración y Gestión Ambiental. Semillero en Gestión y Tecnologías del Agua, Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS), Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: rommelbonilla@hotmail.com
2. Estudiante de Administración y Gestión Ambiental. Semillero en Gestión y Tecnologías del Agua, Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS), Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: mapecampo@gmail.com
3. Estudiante de Administración y Gestión Ambiental. Semillero en Gestión y Tecnologías del Agua, Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS), Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: erikuchis17@hotmail.com
4. Estudiante de Administración y Gestión Ambiental. Semillero en Gestión y Tecnologías del Agua, Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS), Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: alexa_0518@hotmail.com
5. Estudiante de Administración y Gestión Ambiental. Semillero en Gestión y Tecnologías del Agua, Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS), Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: ann.jaimes0517@gmail.com
6. Ingeniero Químico, MSc. Docente de cátedra. Facultad de Ciencias Ambientales Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: olopeze@gmail.com
7. Ingeniero Ambiental y Sanitario, MSc., PhD. Docente-Investigador. Líder del Semillero en Gestión y Tecnologías del Agua, Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad (GUIAS), Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: william-lozano@unipiloto.edu.co; wlozanorivas@gmail.com

Recibido: 28 de septiembre de 2013.
Aprobado: 3 de Febrero de 2014
(Acta de comité)

la década de 1950 como una estrategia de mercado para crear en el consumidor la idea de estar consumiendo un producto más seguro para su salud. La radiación ultravioleta del sol puede, eventualmente y bajo condiciones ambientales óptimas, desintegrar el filtro en fracciones más pequeñas, pero los componentes principales y los químicos y sustancias tóxicas atrapadas durante la combustión del tabaco no desaparecen y se acumulan en el suelo y el agua. De esta manera, el filtro, en vez de ser demostradamente un elemento para la protección de la salud de los consumidores, es una trampa para un amplio número de sustancias tóxicas para el ambiente. La lixiviación de las colillas de cigarrillo tiene un alto potencial de causar efectos tóxicos y nocivos sobre los ecosistemas acuáticos y sobre la vida animal, en buen parte, a causa de las trazas de metales pesados que se acumulan en el filtro. El Semillero de Investigación en Gestión y Tecnologías del Agua (GTA), del Programa de Administración y Gestión Ambiental de La Universidad Piloto de Colombia, adscrito al Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad, está realizando un proyecto de investigación que permitirá evaluar y cuantificar el impacto ambiental que tiene sobre los cuerpos hídricos superficiales de la ciudad, el arrojado de las colillas de cigarrillo en las zonas de rumba de la capital colombiana.

ABSTRACT

Cigarette butts are the most commonly discarded piece of waste worldwide. These butts composed by tobacco remaining, a cellulose acetate filter and envelope paper have toxic properties and are highly polluting to ecosystems. The filter cigarette was introduced in the 1950s as a marketing strategy to make consumers believe that they were getting a healthier product. Ultraviolet radiation from the sun may eventually, and under optimum environmental conditions, disintegrate into smaller fractions, but the main components, chemicals and toxic substances trapped during the tobacco combustion, remain thus accumulating in the soil and water. As a result, instead of being an element for protecting the health of consumers, the filter is a trap for a large number of toxic substances to the environment. Leaching of cigarette butts has a high potential of causing toxic and harmful effects on aquatic ecosystems and animal life, mainly because of the traces of heavy metals accumulated in the filter. The Research Incubator in Water Management and Technologies (GTA), of the Environmental Management Program of the Universidad Piloto de Colombia, part of the Research Team on Environment and Sustainability, is conducting a research project that will assess and quantify the environmental impact on the water bodies of the city due to the cigarette butt littering in the nightlife districts in Colombia's capital city.

KEYWORDS:

Bogotá D.C., cigarette butts, urban rivers, nightlife districts.

1. INTRODUCCIÓN

El agua, indispensable para el sostenimiento de la vida en el planeta, actualmente y de manera creciente desde la aparición del Homo sapiens, recibe una gran cantidad de sustancias contaminantes derivadas de las diferentes actividades antrópicas; muchas de las cuales son altamente nocivas para los ecosistemas (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos - WWAP, 2014). Esta situación se hace mucho más grave si se considera que en el mundo, el 36% de las aguas residuales son descargadas a las fuentes hídricas sin tratamiento (Suez Environnement, 2013), mientras que en Latinoamérica, esta cifra asciende al 80% (Kiersch y Román, 2013).

Una de las actividades que en la actualidad está cobrando gran interés por la notable contaminación que genera, tanto atmosférica como del agua y del suelo, es el consumo de cigarrillo. El cigarrillo está conformado, principalmente, por la mezcla de hoja de tabaco triturada, envuelta en papel liar; la mayoría de ellos cuenta con la adición de un filtro elaborado con fibras plásticas de acetato de celulosa, prensadas, y que a veces se acompañan de una pequeña capa de carbón activado. Este filtro viene envuelto en un papel denominado papel hidrofugado (Monzonis, 2011).

Un gran número de sustancias químicas son empleadas en el cultivo, proceso y manufactura de los cigarrillos, que incluyen: fungicidas, herbicidas, insecticidas y pesticidas (Glantz, Slade, Bero, Hanauer, & Barnes, 1996). De la misma manera, el humo y el material particulado, derivado de la combustión del cigarrillo, contiene más de 4000 químicos que incluyen cianuro de hidrógeno, nitratos, amonio, acetaldehído, formaldehído, benceno, fenoles, piridinas, y monóxido de carbono (Li, Banyasz, Parrish, Lyons-Hart, & Shafer, 2002; Hoffman & Hoffman, 1997), más de

50 de estas sustancias son conocidamente cancerígenas (Micevska, Warne, Pablo, & Patra, 2006; Hoffman & Hoffman, 1997). Gran parte de los metales pesados encontrados tanto en la picadura como en el humo del cigarrillo, tienen su origen en la presencia de estos mismos elementos en el suelo en el que es cultivado el tabaco y que terminan siendo incorporados a la planta por medio de la absorción radicular. Es por esta razón que, en las hojas de tabaco, la concentración de estos elementos es variable y dependen directamente del tipo de suelo, zona geográfica, así como del tipo y régimen de uso de fertilizantes, pesticidas, insecticidas y herbicidas, los cuales también pueden contener trazas de metales (Tso, 1990).

El filtro de los cigarrillos fue introducido en la década de 1950 como una estrategia de mercado para crear en el consumidor la idea de estar consumiendo un cigarrillo más seguro para su salud. Esto causó, consecuentemente, un incremento en el tabaquismo y, aunque este filtro logra reducir las cantidades de nicotina y alquitrán aspiradas, aun no es clara la disminución de los problemas de salud asociados a la retención de estos tóxicos en el filtro. Incluso, esta falsa idea de "seguridad" en la disminución de los riesgos asociados al tabaquismo, sumado al hecho de que impide la irritación de la faringe en las experimentaciones iniciales, puede haber tenido un efecto sobre la reducción de edad de inicio de consumo entre jóvenes y niños (Novotny, Lum, Smith, Wang, & Barnes, 2009).

El filtro de las colillas de cigarrillo aunque es fotodegradable, no es biodegradable (Smith & Novotny, 2011) y su descomposición puede tardar entre 18 meses a 10 años, en condiciones ideales (Globometer, 2014). La radiación ultravioleta del sol puede, eventualmente y bajo condiciones ambientales óptimas, desintegrar el filtro en

fracciones más pequeñas, pero los componentes principales, los químicos y sustancias tóxicas atrapadas durante la combustión del tabaco, no desaparecen del todo y se depositan en el suelo y el agua (Clean Virginia Waterways, s.f.; Hon, 1977). De esta manera, el filtro, en vez de ser un elemento demostrado para la protección de la salud de los consumidores, es una trampa para un amplio número de sustancias tóxicas para el ambiente (Novotny, Lum, Smith, Wang, & Barnes, 2009). Algunas de las sustancias

tóxicas y potencialmente nocivas, más relevantes, que pueden encontrarse en los cigarrillos, son: cadmio (Cd), plomo (Pb) y arsénico (As) y níquel (Ni), los cuales son compuestos bioacumulables; además de nicotina y alquitrán, que causan grave impacto no solo sobre la salud, sino también sobre las fuentes hídricas y el suelo (Lozano-Rivas y Franco Pardo, 2013; Iskander, Bauer, & Klein, 1986). El rango de concentración de estas sustancias halladas en diferentes marcas de tabaco, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones de sustancias tóxicas más preocupantes.

SUSTANCIA	CONCENTRACIÓN MÍNIMA (µG/G)	CONCENTRACIÓN MÁXIMA (µG/G)
Arsénico	0,006	3,50
Cadmio	0,100	6,10
Plomo	0,030	13,00
Níquel	0,358	13,05

Fuente: Basado en la información de la Organización Mundial de La Salud - OMS. Grupo de Estudio sobre reglamentación de los productos de tabaco, 2012.

Monzonis (2011), hace el siguiente listado de elementos hallados en la picadura del tabaco: aluminio (Al), arsénico (As), bario (Ba), bromo (Br), calcio (Ca), cerio (Ce), cloro (Cl), cobalto (Co), cromo (Cr), cesio (Cs), europio (Eu), hierro (Fe), hafnio (Hf), potasio (K), lantano (La), magnesio (Mg), manganeso (Mn), sodio (Na), níquel (Ni), rubidio (Rb), antimonio (Sb), escandio (Sc), selenio (Se), estroncio (Sr), torio (Th), titanio (Ti), vanadio (V) y cinc (Zn). La mayoría de estos son tóxicos e incluso cancerígenos.

Según Globometer, se estima que a nivel mundial, existen 1.1 billones de fumadores, con una proyección 1.6 billones, para el año 2025; mientras que en Colombia, se calcula que existen más de nueve millones de fumadores (Mackay, Eriksen, & Ross, 2012). Adicionalmente,

las colillas de cigarrillo son la forma más común de arrojo de basura en el mundo. En Australia, por ejemplo, entre 24 y 32 billones de colillas son arrojadas al suelo anualmente, y cerca de un 10% de estas, terminan en los cuerpos hídricos; en el mundo, esta cifra puede ascender a más de 5,6 trillones⁸ (Healton, Cummings, O'Connor, & Novotny, 2011; Barnes, 2011; Moerman & Potts, 2011; Cigarette Butt Advisory Group, 2009), representando una masa de 845,000 toneladas de colillas mundiales por año (Carlozo, 2008). Se estima que, en Estados Unidos, las colillas corresponden a un 30% del total de desechos que la gente arroja en las playas, en los cuerpos de agua y en el suelo (Litter Free Planet, 2012). Esta cifra es preocupante si se considera que el 80%

8. Equivalente a 5.6×10^{12} : 5,600,000,000,000

de los desechos que llegan al océano se originan en el continente (Keep America Beautiful, 2008).

Las colillas desechadas tienen tres (3) componentes: tabaco remanente (incluyendo el no quemado, el parcialmente ahumado y el carbonizado), el filtro de acetato de celulosa, y el papel envolvente (tanto el de liar, que envuelve el tabaco, como el hidrofugado que envuelve el filtro). Cada uno de estos componentes tiene unas características especiales; por ejemplo, el filtro de acetato de celulosa es una fuente potencial de residuos peligrosos que, junto al residuo de tabaco, tienen la capacidad de lixiviar sustancias tóxicas al agua y al suelo (Micevska, Warne, Pablo, & Patra, 2006; Slaughter y otros, 2011).

Con estas consideraciones es claro que la contaminación derivada de esta práctica de arrojo de colillas es notablemente significativa. La lixiviación de las colillas de cigarrillo tiene un alto potencial de causar efectos tóxicos y altamente nocivos sobre los ecosistemas acuáticos y sobre la vida animal (incluyendo otro tipo de animales como perros y aves), en buen parte, a causa de las trazas de metales pesados atrapadas por el filtro (Novotny, Lum, Smith, Wang, & Barnes, 2009; Sakas, 2007; Hackendahl & Sereda, 2004), lo cual fue demostrado también por Warne, Patra, Cole & Lanau (Micevska, Warne, Pablo, & Patra, 2006). De otro lado, Slaughter y colaboradores (2011) explicaron que, en condiciones de laboratorio, la lixiviación de una sola colilla en un litro de agua es capaz de causar la muerte a la mitad de algunas especies de peces expuestos. Por estas razones, las colillas de cigarrillo deberían ser consideradas como un residuo peligroso (Barnes, 2011).

Adicionalmente, estas colillas al combinarse con los líquidos y restos sólidos de múltiple naturaleza que se encuen-

tran en las redes de alcantarillado, pueden ocasionar posibles taponamientos en la medida en que estas colillas juntas, pueden aumentar notablemente su tamaño (Schneider, Decker, Doyle, Meinders, & Kiss, 2009).

En Colombia, en el año 2008, el Ministerio de la Protección Social expide la resolución 1956 "por la cual se adoptan medidas en relación con el consumo de cigarrillo o de tabaco", en cuyo artículo segundo expresa: "Prohíbese fumar en áreas interiores o cerradas de los lugares de trabajo y/o de los lugares públicos". El propósito de esta norma, al igual que todas las leyes anti-tabaco en el mundo, es la de beneficiar la salud de la población, proteger a las personas de la exposición al humo de tabaco, reducir los problemas de salud y evitar afectar a la población pasiva, reduciendo los inconvenientes pulmonares (Ministerio de Protección Social, Alcaldía de Bogotá, 2008).

El resultado de la aplicación de esta norma tuvo, para Lozano-Rivas & Franco, 2013, incidencias negativas desde la perspectiva ambiental, que plasman de la siguiente manera: "antes, los cigarradictos consumían sus pitillos al interior de los bares y depositaban sus colillas en los ceniceros de las mesas o, en el peor de los casos, sobre el suelo ¿Cuál era el destino de estos residuos?: con el barrido y la limpieza diaria, terminaban en una bolsa de basura que descansaría confinada en un relleno sanitario... Después de la puesta en marcha de la ley, las mismas colillas acababan siendo tiradas en las aceras, desde las cuales, luego de un evento de lluvia, viajarán arrastradas dentro de un sistema de alcantarillado pluvial y vertidas a los ríos, sin ningún tratamiento" (Lozano-Rivas y Franco Pardo, 2013). Esta misma problemática generada por las leyes anti-tabaco ya había sido expuesta con anterioridad, en varios lugares del mundo (Smith & Novotny, 2011; Clean Virginia Waterways, 2006).

2. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El Semillero de Investigación en Gestión y Tecnologías del Agua (GTA) del Programa de Administración y Gestión Ambiental de La Universidad Piloto de Colombia, adscrito al Grupo de Investigación en Ambiente y Sostenibilidad, propuso en el año 2013 la realización de un proyecto de investigación que permitiera evaluar y cuantificar el impacto ambiental que tienen, sobre los cuerpos hídricos superficiales de la ciudad, las colillas de cigarrillo arrojadas en vías y andenes en Bogotá D.C.

El Semillero GTA, identificó que una de las zonas en las que se genera la mayor cantidad de arrojado de colillas a las aceras y vías corresponde a la zona de rumba (bares, pubs, discotecas y establecimientos similares). Esto puede explicarse en razón al alto índice existente de consumo simultáneo de tabaco y alcohol, así como el alto grado de dependencia entre estas dos conductas: tabaquismo y alcoholismo (Ruiz-Risueño, Ruiz-Juan y Zamarripa Rivera, 2012; Salazar Torres, Varela Arévalo, Cáceres de Rodríguez y Tovar Cuevas, 2006; Daepfen, y otros, 2000; National Institute of Health, 1998).

De esta manera, se planteó en el año 2013, el proyecto titulado *“Evaluación de la carga contaminante de la lixiviación de las colillas de cigarrillo arrojadas a vías y andenes, sobre los ríos urbanos. Caso de estudio: zonas de rumba en Bogotá D.C.”*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela de Semilleros Piloto, a la Facultad de Ciencias Ambientales y al Programa de

Los objetivos planteados son los siguientes:

Objetivo General: Evaluar la carga contaminante de la lixiviación de las colillas de cigarrillo arrojadas a vías y andenes de las zonas de rumba en Bogotá D.C, sobre los ríos urbanos.

Objetivos Específicos:

1. Realizar una exhaustiva revisión literaria tanto de los elementos y sustancias contaminantes presentes en las colillas de cigarrillo, como de los impactos que estas pueden causar sobre el agua.
2. Cuantificar el número de colillas de cigarrillo arrojadas a vías y andenes, por área y por jornada de actividades, en las zonas de rumba de Bogotá D.C.
3. Determinar los niveles de contaminación fisicoquímica generados por la lixiviación de las colillas de cigarrillo.

Para el cumplimiento de estos objetivos, se está realizando en la actualidad, la búsqueda de documentos técnicos, académicos y científicos en las siguientes bases de datos: Jstore, ProQuest, Dialnet, Tesis Doctorales en Red, DOAJ, Latindex, SciELO, Redalyc y Google Scholar. De manera simultánea, se están haciendo los conteos de colillas en cuatro (4) zonas de rumba de Bogotá. Posteriormente, se hará la fase de laboratorio en donde se determinarán los niveles de contaminación fisicoquímica de la lixiviación de estas colillas.

Administración y Gestión Ambiental de la Universidad Piloto de Colombia, por el apoyo a este proyecto.

REFERENCIAS

- Barnes, R. L. (2011). Regulating the disposal of cigarette butts as toxic hazardous waste. *Tobacco Control*(20), i45-i48.
- Carlozo, L. (18 de June de 2008). Cigarettes: 1.7 billion pounds of trash. *Chicago Tribune*.
- Cigarette Butt Advisory Group. (2009). *How many filtered cigarettes are deposited into the environment each year*. Recuperado de The Cigarette Butt Pollution Project: <http://www.cigwaste.org/>
- Clean Virginia Waterways. (2006). *Cigarette butt litter*. Recuperado de <http://www.longwood.edu/CLEANVA/cigbuttsmokingbans.htm>
- Clean Virginia Waterways. (s.f.). *Are Cigarette butts biodegradable?* Recuperado de <http://www.longwood.edu/CLEANVA/cigbuttbiodegradable.htm>
- Daepfen, J., Smith, T., Danko, G., Gordon, L., Landi, N., Nurnberger Jr., J., Alcoholism, T. C. (2000). Clinical correlates of cigarette smoking and nicotine dependence in alcohol-dependent men and women. *Alcohol and Alcoholism*(35), 171-175.
- Glantz, S., Slade, J., Bero, L., Hanauer, P., & Barnes, D. (1996). *The cigarette papers*. Berkeley: University of California Press.
- Globometer. (2014). *¿Cuántos cigarrillos se fuman en el mundo?* Recuperado de Globometer. Las cifras en el mundo: <http://es.globometer.com/adicciones-cigarrillos-mundo.php>
- Hackendahl, N., & Sereda, C. (2004). The dangers of nicotine ingestion in dogs. *Vet. Med.*, 218-224.
- Healton, C., Cummings, K., O'Connor, R., & Novotny, T. (2011). Butt really? The environmental impact of cigarettes. *Tobacco Control*(20), i1.
- Hoffman, D., & Hoffman, I. (1997). The changing cigarette. *J. Toxic Environ. Health*(15), 307-364.
- Hon, N. (1977). Photodegradation of Cellulose Acetate Fibers. *J. Polym. Sci. A-Polym. Chem.*(15), 725-744.
- Iskander, F., Bauer, T., & Klein, D. (1986). Determination of 28 elements in american cigarette tobacco by neutron-activation analysis. *Analyst*(111), 107-109.
- Keep America Beautiful. (2008). *National visible Litter Survey and Litter Cost Research Study*. Recuperado de http://www.kab.org/site/PageServer?pagename¼focus_litter_prevention
- Kiersch, B. y Román, P. (2013). *Reutilización de aguas servidas en la agricultura en América Latina*. (FAO-UN, Ed.) Recuperado de WaterWeek Latinoamérica: <http://www.waterweekla.com/waterweek/wp-content/uploads/presentaciones/7.%20Jueves%2021%20-%20Nuevas%20Fuentes%20de%20agua/4.%20Benjamin.pdf>
- Li, S., Banyasz, J., Parrish, M., Lyons-Hart, J., & Shafer, K. (2002). Formaldehyde in the gas phase of mainstream smoke. *J. Analyt. Appl. Pyrol.*(65), 137-145.
- Litter Free Planet. (10 de febrero de 2012). *Cigarette Butts: Exposing the Butts*. Recuperado de <http://www.litterfreeplanet.com/id6.html>
- Lozano-Rivas, W. A. y Franco Pardo, L. C. (2013). Echamos a los fumadores fuera de los locales... y las colillas ¿dónde? En W. A. Lozano-Rivas (Ed), *Pensamientos Ambientales: ideas libres y un tanto razonadas de nuestro entorno* (pp. 25-29). Bogotá D.C.: Universidad Piloto de Colombia.
- Mackay, J. L., Eriksen, M., & Ross, H. (2012). *Tobacco Atlas*. (A. C. Society, Ed.) Recuperado de <http://www.tobaccoatlas.org/uploads/Images/PDFs/TA4Spanish.pdf>
- Micevska, T., Warne, M. S., Pablo, F., & Patra, R. (2006). Variation in, and Causes of, Toxicity of Cigarette Butts to a Cladoceran and Microtox. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*(50), 205-212.

- Ministerio de Protección Social. (30 de Mayo de 2008). *Resolución 01956 de 2008*. Recuperado de Alcaldía de Bogotá: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30565>
- Moerman, J., & Potts, G. (2011). Analysis of metals leached from smoked cigarette litter. *Tobacco Control*(20), i30-i35.
- Monzonis Marco, J. C. (2011). *Estudio para la minimización del residuo de colillas de tabaco y su posible reutilización*. Recuperado de Repositorio de la Universidad Politécnica de Valencia: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11025/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- National Institute of Health. (1998). *Alcohol Alert*. National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism. Recuperado de <http://pubs.niaaa.nih.gov/publications/aa39.htm>
- Novotny, T. E., Lum, K., Smith, E., Wang, V., & Barnes, R. (2009). Cigarettes Butts and the Case for an Environmental Policy on Hazardous Cigarette Waste. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(5), 1691-1705.
- Organización Mundial de La Salud - OMS. Grupo de Estudio sobre reglamentación de los productos de tabaco. (2012). *Informe sobre la base científica de la reglamentación de los productos de tabaco. Cuarto Informe*. Organización Mundial de la Salud - OMS.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos - WWAP. (2014). Recuperado de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO: <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-ww-dr3/fact-15-water-pollution/>
- Ruiz-Risueño, A. J., Ruiz-Juan, F. y Zamarripa Rivera, J. (2012). Alcohol y tabaco en adolescentes españoles y mexicanos y su relación con la actividad físico-deportiva y la familia. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 3(31), 211-220.
- Sakas, P. (2007). *Keeping Your Bird Healthy a Basic Pet Bird Care*.
- Salazar Torres, I., Varela Arévalo, M., Cáceres de Rodríguez, D. y Tovar Cuevas, J. (2006). El consumo de alcohol y tabaco en jóvenes colombianos: factores psicosociales de riesgo y protección. *Psicología Conductual*, 14(1), 77-101.
- Schneider, J., Decker, C., Doyle, A., Meinders, K., & Kiss, N. (2009). *Estimates of the Costs of Tobacco Litter in San Francisco and Calculations of Maximum Permissible Per-Pack Fees*. San Francisco: Health Economics Consulting Group LLC.
- Slaughter, E., Gersberg, R., Watanabe, K., Rudolph, J., Stransky, C., & Novotny, T. (2011). Toxicity of cigarette butts, and their chemical components, to marine and freshwater fish. *Tobacco Control*(20), i25-i29.
- Smith, E., & Novotny, T. (2011). Whose butt is it? tobacco industry research about smokers and cigarette butt waste. *Tobacco Control*(20), i2-i9.
- Suez Environnement. (17 de December de 2013). *The treatment of wastewater: a global public health and environmental protection challenge*. Recuperado de The wastewater treatment: current status and issues: <http://www.emag.suez-environnement.com/en/treatment-wastewater-global-public-health-environmental-protection-challenge-11126>
- Tso, T. (1990). *Production, Physiology, and Biochemistry of Tobacco Plants*. Recuperado de Cigarette Butt Litter: <http://www.longwood.edu/cleanva/ciglitterarticle.htm>

¿Miedo a la sequía?

Fear of drought?

José Fernando Cuello¹

RESUMEN

El 23 de abril de 2014 un daño en las compuertas de la planta Wiesner dejó sin agua potable a 4.8 millones de bogotanos durante 36 horas. Ante este hecho, y aun frescos en la memoria colectiva los sucesos del Casanare, el periódico El Tiempo se pregunta si el sistema de abastecimiento de agua de Bogotá es vulnerable ante *“una avería en Chingaza, ante el daño en una planta como Wiesner o a una sequía”*.

ABSTRACT

On April 23rd, 2014 a failure on the gates of the Wiesner water processing plant left 4.8 million people without drinking water in Bogotá for 36 hours. After this incident, and still remaining in the collective memory of the events in the province of Casanare, El Tiempo newspaper wonders if the water supply system in Bogota is vulnerable to *“a malfunction in Chingaza, after the failure in a water processing plant like the Wiesner or because of a drought”*.

PALABRAS CLAVE:

Amazonía, Colombia, sequía.

KEYWORDS:

Amazonia, Colombia, drought.

1. Arquitecto, MSc. Profesor de la Especialización en Gestión Ambiental Urbana de la Universidad Piloto de Colombia. Calle 45 A 9-77. Sede E. Piso 3. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: jose-cuello@upc.edu.co

Recibido: 28 de septiembre de 2013.
Aprobado: 3 de Febrero de 2014
(Acta de comité)

1. LA SITUACIÓN

El 23 de abril de 2014 un daño en las compuertas de la planta Wiesner dejó sin agua potable a 4.8 millones de bogotanos durante 36 horas. Ante este hecho, y aun frescos en la memoria colectiva los sucesos del Casanare, el periódico El Tiempo se pregunta si el sistema de abastecimiento de agua de Bogotá es vulnerable ante “una avería en Chingaza, ante el daño en una planta como Wiesner o una sequía” (Gómez, 2014).

Frente a esta cuestión el gerente de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y

Aseo de Bogotá (EAB), Alberto Merlano, da un parte tranquilizador al mencionado periódico, explicando acerca de los recursos que la ciudad ha implementado en el esquema de suministro y manifestando que “la vulnerabilidad del sistema es baja”. Para enfrentar una sequía, tal como lo confirma el gerente, la ciudad cuenta con embalses propios y tanques de almacenamiento, entre ellos el embalse de San Rafael, el cual “podría suministrarle agua a la ciudad por tres meses, sin que le caiga a esa fuente una gota de agua” (Gómez, 2014).

2. ¿DE DÓNDE VIENE EL AGUA QUE SE ALMACENA EN EMBALSES Y TANQUES?

En 2007, Anastassia Makarieva y Viktor Gorshkov, del Instituto de Física Nuclear de San Petersburgo presentaron su tesis sobre la “bomba biótica” (Makarieva & Gorshkov, 2007), la cual contradice los modelos modernos de circulación global (MCG).

La bomba biótica es un mecanismo de transporte que devuelve continuamente humedad a los continentes desde el océano con el fin de compensar la escorrentía de los ríos. “La condensación del vapor de agua por encima de la cubierta vegetal reduce la cantidad de ese gas en la columna de aire. En consecuencia, la presión del aire en la superficie es menor. El aire húmedo fluye desde los océanos hacia las zonas continentales de baja presión” (RAM, 2010), de esta manera, la humedad atmosférica distribuida desde el océano se precipita sobre la tierra.

Los autores utilizan la palabra “biótica” y no “biológica” para acentuar que la humedad es impulsada por el conjunto de todos los organismos vivos, no solo por los árboles.

Según Makarieva y Gorshkov, “la selva amazónica es la bomba biótica más fuerte

de la tierra, ya que proporciona una enorme cantidad de humedad en una superficie de miles de kilómetros tierra adentro”, además afirman que allí “no es posible llevar a cabo una reforestación artificial” (RAM, 2010).

En 2009, Peter Bunyard, científico y ambientalista inglés, co-editor y fundador de la revista *The Ecologist*, explicó cómo el agua llega a los páramos en los Andes que surten a Bogotá (Bunyard, 2009), proveniente de la transpiración de agua en la selva amazónica, tanto colombiana como brasileña. Esta explicación se encuentra incluida en la tesis de Makarieva y Gorshkov.

A la luz de esta tesis, la información de los sistemas de monitoreo de los bosques de Colombia y Brasil tiene sumo interés para establecer el riesgo del sistema de suministro de agua de Bogotá, en razón a la demostrada capacidad del bosque natural para regular procesos climáticos de manera más tangible que el impacto sobre el cambio climático que puede derivarse de la deforestación.

Sobre este aspecto Peter Bunyard dice: “Creo que el énfasis sobre el carbono y

¿Miedo a la sequía?

su impacto atmosférico nos han restado la atención de la importancia suprema de los ecosistemas en la regulación de los procesos climáticos. En particular, se puede aseverar que el ciclo hídrico depende extraordinariamente de la existencia de los bosques naturales” (IDEASA, 2014).

La Amazonía tiene más de 6 millones de kilómetros cuadrados compartidos por Brasil, Perú, Colombia, Bolivia, Ecuador, Guyana, Venezuela, Surinam y la Guayana Francesa (CONAE, 2014). Del total de su área, un poco menos de 1/12 forma parte de Colombia (477.274,34 km² según SIAT-AC y 483.164 km² según Gaia-Amazonas).

En contraste a esta vasta extensión boscosa, el programa de monitoreo satelital de la Amazonía brasileña (PRODES) reporta que en los últimos 10 años (2004-2013) se han deforestado 116.930 km² en el territorio brasileño (esta área equivale a 2,6 veces el departamento del Casanare) y que corresponde a casi el 2% de toda la Amazonía (INPE, 2014). Sin embargo, a manera de leve aliciente, los datos de PRODES muestran que la deforestación se viene reduciendo desde el 2004 (con excepción de los años 2008 y 2013); tomando en cuenta esta tendencia podría pensarse, mas no afirmarse, que en la siguiente década la deforestación de la Amazonía sea cada vez menor.

De otro lado, para Colombia, según el diario El Espectador, el IDEAM afirma que entre 2005 y 2010 se deforestó solo el 1% de la selva amazónica colombiana, mientras que la Fundación Gaia Amazonas dice que

fue de 1,4% para el mismo periodo (ESCOBAR, 2013). Según el mismo periódico, la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG) afirma que entre 2000 y 2010 se deforestaron 240.000 km² en los 9 países que comparten la Amazonía y agrega que de seguir permitiendo el incremento de amenazas para este ecosistema, tales como la construcción de carreteras, la producción de hidrocarburos, el avance de la minería o la construcción de hidroeléctricas, en 2050 podría desaparecer hasta la mitad del bosque amazónico actual (ESCOBAR, 2013).

A pesar de las dimensiones portentosas de la selva amazónica y de algunos tímidos datos alentadores, el asunto es que la deforestación se constituye, claramente, en una amenaza no solo para el sistema de aprovisionamiento de agua de Bogotá sino también para el suministro de agua a todo el territorio continental Latinoamericano que depende de la bomba biótica de la selva amazónica, tal como lo explica Makarieva y Gorshkov.

En este contexto, es preocupante que el sistema de monitoreo de bosques de Colombia no tenga garantizados los recursos para continuar operando en 2015 (CORREA, 2014); también lo es que los países cuya suministro de agua para usos múltiples depende de las aguas provenientes de los Andes no hayan empezado a negociar metas de conservación con los países que comparten el origen real de estas aguas andinas: la Amazonía.

3. REFERENCIAS

- Bunyard, P. (2009, Agosto 24). Forget trees and carbon: trees and rain is the real problem. *Ecologist*. Recuperado de http://www.theecologist.org/blogs_and_comments/commentators/other_comments/307959/forget_trees_and_carbon_trees_and_rain_is_the_real_problem.html
- Bunyard, P. y Herrera, F. (2012). El rol de la selva amazónica en la formación de las lluvias en Colombia. *Intekhnia*, 27-36.

- CONAE. (2014). Amazonia, Brasil - Terra MODIS - Variaciones 2014 - 2012. *Comisión Nacional de Actividades Espaciales - CONAE*. Recuperado de <https://2mp.conae.gov.ar/index.php/materiales-educativos/imagenesdestacadas/736-amazonia-brasil-terra-modis-variaciones-2004-2012>
- Correa, P. (2014, mayo 3). Dato de \$500 millones. *El Espectador*. Recuperado de <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/dato-de-500-millones-articulo-490276>
- Escobar, M. (2013, marzo 14). Tasa de deforestación en la Amazonia: ¿una ambigüedad?. *El Espectador*. Recuperado de https://www.google.com.co/search?q=el+espectador+tasa+de+deforestaci%C3%B3n+amazonia+una+ambigüedad&rlz=2C1CHWA_enCO0536CO0537&oq=el+espectador+tasa+de+deforestaci%C3%B3n+amazonia+una+ambigüedad&aqs=chrome..69i57j0j7&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-
- Gómez, L. (2014, abril 24). ¿El sistema de abastecimiento de agua de Bogotá es vulnerable? *El Tiempo*. Recuperado de http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/acueducto-de-bogota-en-alerta-amarilla-por-dano-_13879775-4
- IDEASA. (2014). *Peter Paul Bunyard*. Universidad Sergio Arboleda - Instituto de Estudios y Servicios Ambientales - IDEASA. Recuperado de <http://www.usergioarboleda.edu.co/observatorio-medio-ambiente/personaje-medio-ambiente.htm>
- INPE. (2014). *Projeto PRODES Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*. Coordenação-Geral de Observação da Terra - OBT. Recuperado de www.obt.inpe.br/prodes/index.php
- Makarieva, A., & Gorshkov, V. (2007). Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land. *Biotic Regulation: Biotic Pump*. Recuperado de <http://www.bioticregulation.ru/pump/pump7.php>
- MINAMBIENTE. (2014, abril 29). *Alerta deforestación. Alerta por ocho nuevos núcleos de deforestación en Colombia*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=1394&conID=9254>
- RAM. (2010, mayo 5). Entrevista del mes: Victor Gorshkov y Anastassia Makarieva. *El Tiempo.com*. Recuperado de www.tiempo.com/ram/9712/entrevista-del-mes-victor-gorshkov-y-anastassia-makarieva/
- Semana Sostenible. (2014, mayo). Colombia tiene nueva estrategia contra la deforestación. *Semana Sostenible*. Recuperado de <http://www.sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/colombia-tiene-nueva-estrategia-contra-deforestacion/31149>
- SIAT-AC. (2014). Subregiones. *Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana - SIAT-AC*. Recuperado de www.siat.ac.co/web/guest/region/subregiones

¿Miedo a la sequía?

Caracterización general de la minería

y de sus implicaciones económicas, ambientales y sociales

General characteristics of mining and its economic, environmental and social consequences

María Isabel Cusgüen Gómez ¹
Mario Alejandro Álvarez León ²
Alejandro Arango Ramírez ³

RESUMEN

Históricamente la explotación de minerales y otros materiales de la corteza terrestre o explotación minera ha representado gran parte del desarrollo socio-económico de la humanidad, sin embargo, a pesar de ser esta una actividad indispensable para el desarrollo y la productividad, en los últimos años se ha presentado una tendencia a restringir el uso del suelo para el desarrollo de esta actividad. Estas regulaciones no solo buscan controlar el fenómeno económico conocido como enfermedad holandesa sino también

PALABRAS CLAVE:

Minería, Impactos ambientales, Impactos sociales, Economía, Colombia.

KEYWORDS:

Mining, environmental impacts, social impacts, Economics, Colombia.

1. Estudiante Administración y Gestión Ambiental, Semillero en Sistemas Sostenibles - Universidad Piloto de Colombia. Bogotá D.C, Colombia; maria-cusguen@upc.edu.co; Carrera 9 No. 45A – 44.

2. Estudiante Administración y Gestión Ambiental, Semillero en Sistemas Sostenibles - Universidad Piloto de Colombia. Bogotá D.C, Colombia; malvarez79@upc.edu.co; Carrera 9 No. 45A – 44.

3. Docente-investigador Facultad de Ciencias Ambientales – Programa Administración y Gestión Ambiental Universidad Piloto de Colombia. Docente-tutor Semillero en Sistemas Sostenibles

Recibido: 25 de enero de 2014.
Aprobado: 3 de Febrero de 2014
(Acta de comité)

los potenciales impactos ambientales y sociales de la minería. El objetivo de este artículo es presentar una caracterización general de la minería y sus relaciones con aspectos socio-económicos y ambientales. La metodología de investigación consistió en la recopilación, procesamiento y análisis de información; como resultado, se encontró que aunque existen significativas experiencias a nivel mundial de crecimiento económico gracias a los ingresos por minería, en Colombia podrían no presentarse las condiciones óptimas para la explotación minera desde la perspectiva económica, particularmente en lo que se refiere a los impactos ambientales y sociales.

ABSTRACT

Throughout history, the exploitation of minerals and other materials from the earth's crust or mining, has been a quite relevant aspect of the socio-economic development of mankind, however, although being an essential activity for the development and productivity, in recent years there has been a tendency to restrict land use for the development of this activity. These regulations are not only intended to control an economic phenomenon known as the Dutch disease but also the potential environmental and social impacts of mining. This paper aims at offering a general characterization of mining and its relationship with socio-economic and environmental aspects. The research methodology involved the collection, processing and analysis of information; as a result, it was found that while there are significant experiences of economic growth worldwide thanks to the revenues from mining, there is little possibility of having optimal mining conditions in Colombia from an economic perspective, particularly regarding environmental and social impacts.

1. INTRODUCCIÓN

La minería es una de las actividades más antiguas, su implementación potenció el crecimiento y desarrollo de la humanidad.. Esta consiste, en términos generales, la obtención selectiva de minerales y otros materiales de la corteza terrestre. Según el Congreso de Colombia (2001,art 95), "en Colombia, la minería o explotación minera

se define como el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacientes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura, donde el acopio y el beneficio pueden realizarse dentro o fuera de dicha área". La extracción

de materiales puede darse de diversas maneras dependiendo del tipo de material o la zona en la cual se encuentre, es por esto que puede estar dividida en “operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que incluyen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie” (Ministerio de Minas y Energía, 2003:108).

En relación con la producción de algunos minerales, el incremento proyectado por el Ministerio de Minas y Energía hasta el año 2019, probablemente conllevará un aumento en el número de explotaciones mineras, el número de trabajadores y la incorporación de nuevas tecnologías. Paralelamente, en el periodo comprendido entre el 2004 -2011, con el aumento en el interés inversionista y la demanda del mercado, se generaron aumentos en la accidentalidad del personal minero, sobre todo en las minas subterráneas de carbón y en la extracción minera aluvial de metales preciosos⁴.

El desarrollo y dinamismo que el sector minero energético ha mostrado durante la última década ha sido el resultado del incremento en la potencialidad de los recursos del país, de una creciente apertura a la inversión y de la estabilidad en los marcos normativos y regulatorios. Según Fedesarrollo (2012:3) “el sector de la minería ha ganado participación

en Colombia durante los últimos años, pasando de representar 1,8% del PIB en el año 2000 a cerca de 2,3% del PIB en 2011. Hoy día las exportaciones mineras representan cerca del 22% de las totales, el sector de la minería atrae alrededor del 20% del total de inversión extranjera directa y al tercer trimestre de 2011, había generado regalías equivalentes a 0,3% del PIB”.

Aunque indudablemente el sector de la minería es generador de enormes beneficios económicos —los cuales se evidencian en las cifras anteriormente mencionadas de crecimiento en su participación en el PIB, en la inversión extranjera y en las exportaciones— desde la economía existen teorías (e.g. maldición de los recursos naturales, Enfermedad Holandesa)⁵ que advierten sobre los impactos negativos del crecimiento basado en la explotación de recursos naturales, principalmente de los minerales y los hidrocarburos. Pero además de los posibles impactos económicos negativos derivados de la actividad, existen serias dudas sobre la veracidad de las cifras de crecimiento en el PIB dada la omisión de los costos ambientales asociados a ellas⁶. Es por esto que el objetivo de este artículo es aportar a la realización de un estado del arte sobre los impactos socio-ambientales generados a partir de la actividad minera.

4. Cifras registradas en el periodo 2004 a 2011 respecto a accidentalidad minera presentadas por el Instituto Colombiano de Geología y Minería –INGEOMINAS- muestran un total de 440 eventos en el período con un promedio de 55 accidentes anuales (desviación estándar de 25,3 accidentes). Asimismo la actividad minera ha generado en el mismo periodo una cifra mayor de mortalidad con un total de 582 eventos con un promedio de 83 muertes anuales (Desviación estándar de 41 muertes), (MME, 2011).

5. Históricamente, el término “Enfermedad Holandesa” tiene su origen en los efectos adversos sobre la producción holandesa que ocurrieron como consecuencia del descubrimiento de reservas de gas natural en los años sesenta (Corden, 1984). La Enfermedad Holandesa es una de las corrientes teóricas de la llamada Maldición de los Recursos Naturales, teoría económica que predice el fracaso económico de los países que basan su producción en la explotación de recursos naturales. En particular, se refiere a la desaceleración en el crecimiento de los sectores productivos diferentes a los de recursos naturales por la apreciación de la moneda local a causa de un auge repentino en las exportaciones de productos derivados de recursos naturales.

6. Joan Martínez Alier (2013) afirma que “si se hiciera bien la contabilidad y se tuvieran en cuenta los daños ambientales irreparables por la extracción, el PIB no estaría creciendo el 5%, como dicen, sino que quizá está decreciendo”.

A consecuencia de la necesidad de la explotación minera y del uso inherente de dichos materiales para la subsistencia del estilo de vida actual se hace evidente la necesidad de entender las implicaciones sociales y ambientales generadas a partir de su desarrollo así como llevar a cabo un análisis desde la academia de los posibles impactos generados sobre los componentes socio-ambientales para la implementación adecuada del manejo de la información relacionada con minería de una manera objetiva.

2. MINERÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE

En minería, los procesos industriales se entienden como aquellos que transforman materias primas minerales en productos de consumo intermedio o de consumo final utilizando básicamente mano de obra, bienes de capital y energía (UNPA, 2003). Los productos derivados de explotación de minerales se clasifican en: minerales para la industria; minerales áridos; minerales metálicos (ferrosos y no ferrosos); piedras preciosas, semipreciosas; abrasivos naturales y aquellos aprovechables en función de su contenido energético (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

A partir de la explotación e implementación de insumos minerales en la cadena productiva de una gran cantidad de bienes tanto duraderos como no duraderos, la posibilidad de prescindir de la minería para la subsistencia económica mundial es irrealizable, por el contrario, la misma ofrece oportunidades para el crecimiento económico de los países, tanto para importadores como exportadores de insumos minerales.

Un claro indicador de la percepción de los Gobiernos sobre el crecimiento a partir de la explotación de insumos minerales es el aumento significativo en los presupuestos de exploración minera a nivel mundial. Según CESCO (2012:3), "casi todas las

Este artículo, a su vez, forma parte de los resultados producidos en la primera fase del proyecto de investigación "Impactos socio-ambientales de la actividad minera en la localidad de Usme, Bogotá, D.C." desarrollado por el Semillero en Sistemas Sostenibles del Programa Administración y Gestión Ambiental de la Universidad Piloto de Colombia, cuya segunda fase consistirá en definir y evaluar dichos impactos en un estudio de caso en la localidad de Usme.

empresas aumentaron sus presupuestos de exploración en respuesta al aumento de precios de los metales en los últimos dos años. Como resultado, el total agregado de la industria de exploración global aumentó un 44% en 2010 y otro 50% en 2011, más del doble desde su reciente piso de US\$ 8.400 millones en 2009 para alcanzar un nuevo máximo histórico de US\$ 18.200 millones en 2011".

Los metales como aluminio, cobre, estaño, plomo, zinc, oro, plata y platino son los más utilizados y, por consiguiente, los más explotados en el mundo. El consumo de metales se ve influenciado por cambios estructurales en la formación del PIB industrial, de allí que los países con una industrialización emergente como China e India generan la mayor demanda de los mismos, mientras que países desarrollados, de industrialización madura como Estados Unidos, Alemania y Japón muestran una intensidad de uso más baja (Sánchez Albavera y Larde, 2006).

Según la Comisión Chilena del Cobre (2007), para el año 2007 la producción anual de proyectos de extracción de minerales como Cu (Cobre), Zn (Zinc), Ni (Níquel), Au (Oro), Ag (Plata) y Co (Cobalto) fue de un total de 12.231.000 toneladas métricas (Tn3),

representando África 1.599.000 (13.07%), Latinoamérica 6.693.000 que representan un 54.72%, Norte América 936.000 para una proporción del 7.65%, Asia 1.796.000 (14.68%), Europa 284.000 (2.33%) y Oceanía 923.000 (7.55%).

En América Latina, el “boom minero-energético” ha estado presente desde el año 2003 con el incremento y recuperación de la economía mundial influenciada principalmente por un extenso crecimiento de la República Popular de China, la expansión demostrada por la economía estadounidense, la recuperación de Japón, y la nueva expansión de la industrialización del Asia (Sánchez Albavera y Larde, 2006).

América Latina es predominantemente la región productora de insumos minerales y, a su vez, una de las cuales atrae la mayor parte de los proyectos de exploración. Para el 2011, concentra el 25% del gasto mundial en seis países: México, Chile, Perú, Brasil, Colombia y Argentina, los cuales acaparan la mayor parte del total regional (CESCO, 2012).

Ante este panorama de posible sobreexplotación de los recursos, en algunos países latinoamericanos y caribeños como Colombia, Ecuador, Argentina y Cuba la legislación ambiental se orienta hacia la posible suspensión de las labores e, incluso, la caducidad de la concesión

por daños al ambiente. Pero al ser Latinoamérica una región predominantemente productora de insumos minerales y, a su vez, la de mayor potencial de biodiversidad y servicios ecosistémicos, es necesario que la legislación ambiental en estos países sea bastante clara en lo respectivo al cuidado del medio ambiente en las zonas de explotación (Sánchez Albavera y Larde, 2006).

Estas regulaciones responden a la necesidad impuesta tanto por convenios internacionales (Declaración de Río; Convenio de Diversidad Biológica (CDB); RAMSAR; Foro de las Naciones Unidas sobre Bosques; Unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales; Protocolo sobre la cooperación en la lucha contra los derrames de hidrocarburos) como por la presión generada a partir de la participación activa de las comunidades, las cuales deben ser previamente consultadas acerca de la integridad territorial para la toma de decisiones, mediante la aplicación de diversos mecanismos de participación. Dicha presión ha generado a su vez la inclusión de las variables ambientales y la preocupación respecto a estas en la explotación minera, lo cual responde a la importante correlación entre la minería e impactos ambientales, como los señalados en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de los impactos ambientales de la minería

Dimensión de Impacto	Impacto
RECURSO HÍDRICO	Drenaje ácido de mina y lixiviados contaminantes
	Presencia de metales tóxicos (Cobre, Aluminio, Cadmio, Arsénico, Plomo y Mercurio)
	Desechos mineros en aguas superficiales
	Contaminación del agua subterránea
	Reducción del agua subterránea
	Reducción o eliminación de flujos de aguas superficiales
	Degradación de la calidad de aguas superficiales y del beneficio de sus usos

FAUNA Y FLORA	Daños a los peces y otras especies acuáticas
	Degradación del hábitat
	Fragmentación del hábitat
	Aislamiento de especies, Endogamia
SUELO	Erosión de suelos
	Nivel de infiltración de la lluvia en el suelo
	Cambios en la cantidad de cobertura vegetal
CALIDAD DEL AIRE	Material particulado
	Emisiones gaseosas
	Metales pesados
	Monóxido de carbono
	Dióxido de azufre
	Óxidos de nitrógeno

FUENTE: Elaboración propia. Basado en ELAW *Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros* (2010).

Estudios indican que la actividad minera más importante en cuanto a la generación de impactos ambientales es la extracción de minerales por lixiviación con cianuro⁷; elemento utilizado en minería para la recuperación del oro del resto del material por medio de un proceso de cianuración. El cianuro, aun en pequeñas dosis, es un compuesto letal en tiempo record, afecta directamente el sistema nervioso y, en caso de ingestión, inhalación o contacto, se presentan efectos neurotóxicos graves y mortales en humanos y animales (Ramírez, 2010). Dichas problemáticas, asociadas a la cianuración de los suelos y cuerpos de agua a consecuencia de la explotación minera, generan, a su vez, problemas de salud pública irreparables y duraderos.

En cuanto a los aspectos sociales, “el desarrollo minero puede crear riqueza pero también grandes perturbaciones. Los proyectos mineros proponen la creación de empleos, caminos, escuelas y aumentar

las demandas de bienes y servicios en zonas empobrecidas y remotas, pero los costos y beneficios pueden ser distribuidos sin equidad” (ELAW, 2010:17). Aunque a lo anterior podrían agregarse algunas consideraciones sobre si los impactos sociales en comunidades dependientes de explotaciones mineras son explicados por esta actividad de producción o por situaciones institucionales y culturales de fondo, la experiencia sobre proyectos mineros da lugar a una caracterización sobre sus perturbaciones sociales.

Los proyectos mineros generan impactos sobre la movilización de poblaciones (migraciones y emigraciones), perturbaciones sociales derivadas de la ocurrencia de impactos ambientales (e.g., pérdida de acceso a recursos hídricos) y afectaciones relacionadas con el cambio de actividad productiva que los desarrollos mineros suponen por su afectación de recursos básicos para la subsistencia. Específicamente,

7. Proceso hidrometalúrgico mediante el cual se realiza la disolución selectiva de los diferentes metales que contiene una mina, por medio de una solución acuosa que contiene un reactivo químico apropiado, (Ministerio de Minas y Energía, 2003).

las perturbaciones sociales causadas por los desarrollos mineros pueden caracterizarse así (ELAW, 2010):

- Desplazamiento humano y reubicación
- Impactos de la migración de personas
- Pérdida de acceso al agua limpia
- Impactos sobre la Salud Pública
- Impactos en los medios de subsistencia
- Impactos sobre los recursos culturales y estéticos

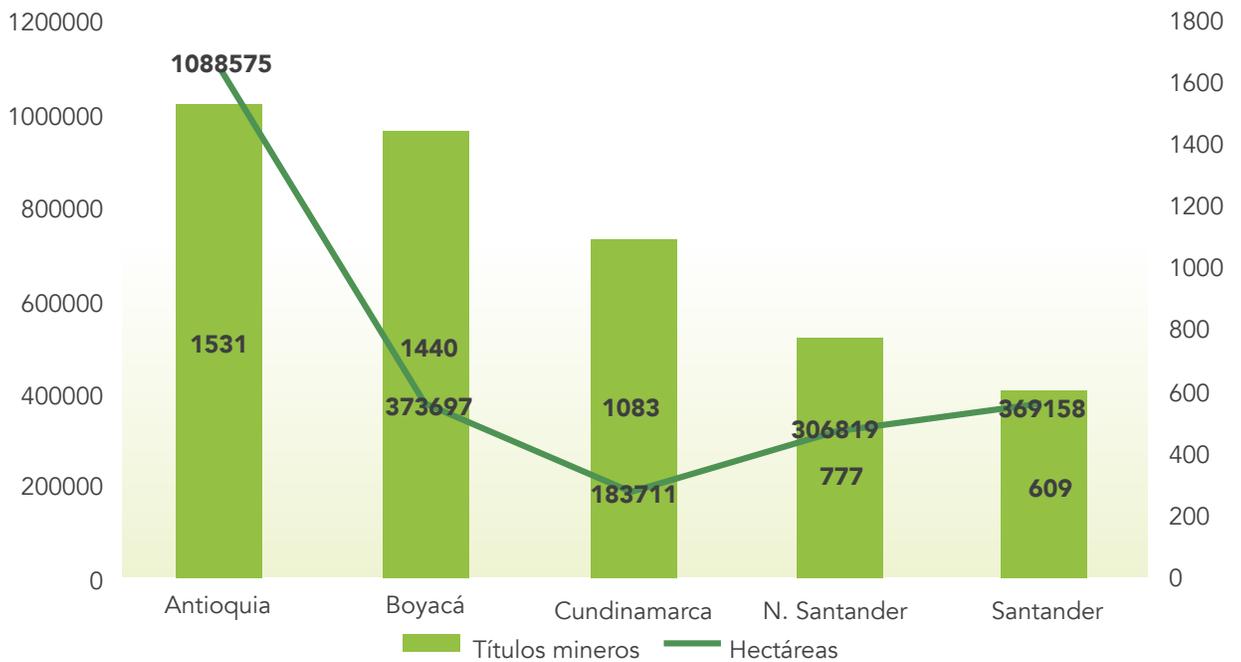
3. UNA CARACTERIZACIÓN DE LA MINERÍA EN COLOMBIA

En Colombia, el auge minero-energético es reciente, sin embargo, ha tenido una gran acogida en la economía colombiana durante la última década. Para el año 2012, 9.439 títulos mineros vigentes en el país —que abarcan una extensión de 5'259.645 hectáreas— fueron reportados por el catastro y registro minero del Ministerio de Minas y Energía (cifras publicadas en el Espectador en el año 2014); dichas cifras mostraron una concentración

de más del 50% de dichos títulos en 5 departamentos: 1531 en Antioquia para un total de 1'088.575 hectáreas; 1440 en Boyacá con una extensión de 373.697 hectáreas; 1083 en Cundinamarca que abarcan 183.711 hectáreas; 777 en Norte de Santander que comprenden un total de 306.819 hectáreas y 609 en Santander que suman 369.158 hectáreas en el departamento (Laverde Palma, 2014), como se muestra en la Figura 1.

Caracterización general de la minería y de sus implicaciones económicas, ambientales y sociales

Figura 1. Títulos mineros vigentes



Fuente: Elaboración propia. Basado en Laverde Palma, 2014

Sin embargo, al comparar a Colombia con estudios de caso a nivel mundial la viabilidad de una estabilidad económica emergente basada en explotación minera es irreal. Para el año 2008 países como Canadá en donde la minería representa alrededor de 5% del PIB y 15% de las exportaciones, Australia cuyo ingreso por minería es responsable de 40% de las exportaciones totales y del 8% del PIB, en América Latina casos como Chile, en donde la minería abarca 47% de las exportaciones y alrededor de 8% del PIB, con un crecimiento promedio del sector superior a 11% anual en la última década y Perú, en donde la minería responde por más del 50% de sus exportaciones, son casos que cuentan con características de las cuales Colombia podría carecer (Cárdenas y Reina, 2008)⁸. A pesar de que en Latinoamérica y el mundo existen casos exitosos de economías mineras, no se puede asegurar un crecimiento igualmente exitoso y a largo plazo de la economía colombiana gracias a la minería (Proexport, 2012).

Sin embargo, para el año 2010 los productos mineros más explotados en Colombia fueron el carbón, que por su producción de 85 millones de toneladas ocupa el número 10 en el *ranking* mundial de producción, el níquel en el puesto número 7 del *ranking* con 72.000 toneladas, el oro en el puesto número 20 con 56 toneladas y las esmeraldas, producto en el que Colombia ocupa el primer puesto, con una producción de 5,23 millones de quilates. La inversión extranjera directa

del país se ve representada en un 38,4% por hidrocarburos y en un 19,8% por minería para el año 2011. En cuanto a regalías el ingreso por minería representó un 16,4% equivalente a 1,6 billones de pesos para el mismo año (Ortiz, 2012).

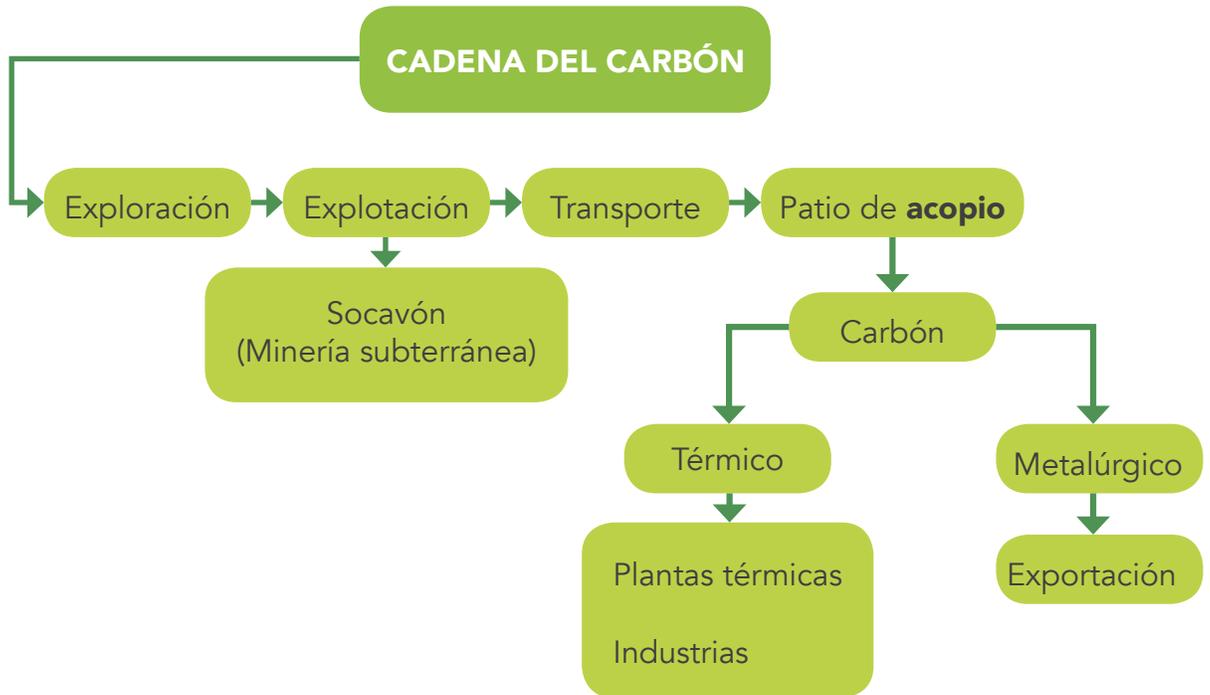
La participación de los combustibles y el aumento de sus precios en el total de flujos de la inversión extranjera directa y el aumento de un 40% en el periodo 2007-2010 de la producción de petróleo han generado un aumento considerable en los síntomas de la Enfermedad Holandesa pues dichos factores han llevado a los demás sectores de la industria a minimizar su contribución a los índices de inyección de capital extranjero al país, síntomas que pueden ser combatidos a partir de la implementación de normatividad económica específica para redireccionar el capital generado a partir del sector de hidrocarburos (Díaz, Ríos y Bedoya, 2012)

Los síntomas relacionados con la Enfermedad Holandesa en Colombia son incentivados principalmente por la producción de crudo; sin embargo este no es uno de los materiales más explotados, ya que a nivel nacional son el carbón, el níquel, el oro y las esmeraldas; siendo el carbón la segunda fuente de energía primaria debido a su abundancia: "984.453 millones de toneladas en reservas mundiales medidas a finales del 2003" (UPME, 2005:13).

La cadena del carbón en Colombia consta de ciertos pasos que llevan desde la etapa de exploración hasta los usos del material, etapas que se referencian en la Figura 2.

8. El éxito de dichos casos se debe a características que han llevado a controlar los síntomas de la Enfermedad Holandesa presentes en economías con un repentino auge minero. El estable entorno macroeconómico que permite compensar la oscilación de la economía mundial y los precios de las materias primas, la solidez institucional que cierra los espacios de las actividades ilegales gracias a una fuerte presencia del Estado, el eslabonamiento del sector minero con los sectores productivos así como la capacitación de la mano de obra para potencializar la productividad (Cárdenas y Reina, 2008).

Figura 2. Cadena del carbón

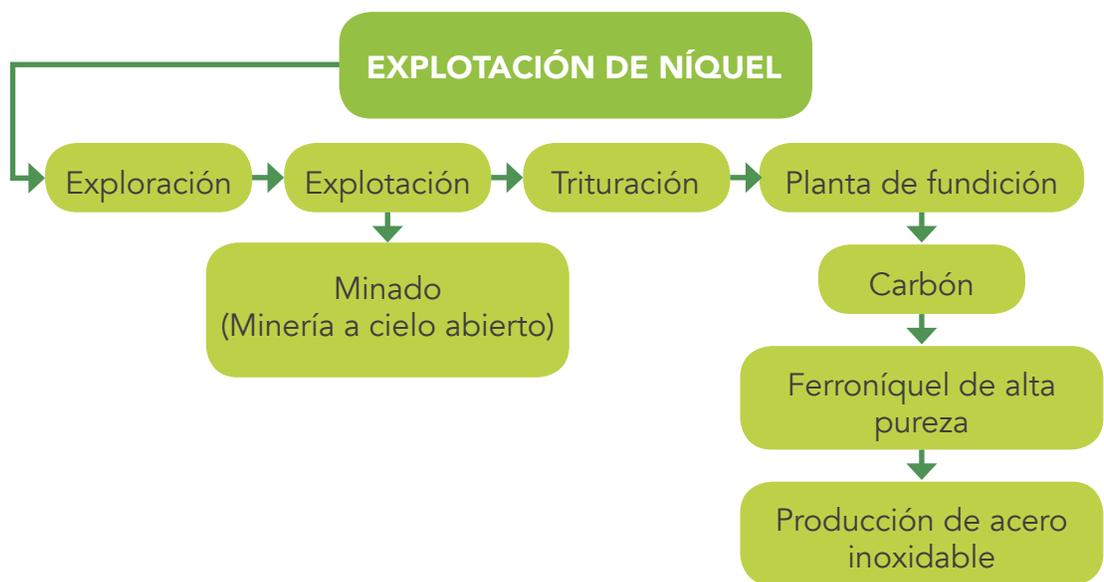


Fuente: Elaboración propia. Basado en UPME, 2005.

Junto con el carbón, el níquel es uno de los productos de la industria minera que ha representado un incremento significativo para los ingresos por ex-

plotación minera del país (UPME, 2009). El proceso de explotación y aprovechamiento de dicho material se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Explotación de Níquel



Fuente: Elaboración propia. Basado en (UPME, 2009)

Para la explotación minera de oro es precisa la implementación de sustancias que logren separar los trozos de oro reuñentes a clasificación por trituración, para lo cual es utilizado el cianuro

entre 0,01% y 0,05%, proceso conocido como lixiviación, (Logsdon, Hagelstein & Mudder, 2001), proceso típicamente incorporado en la cadena de producción como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Explotación de Oro

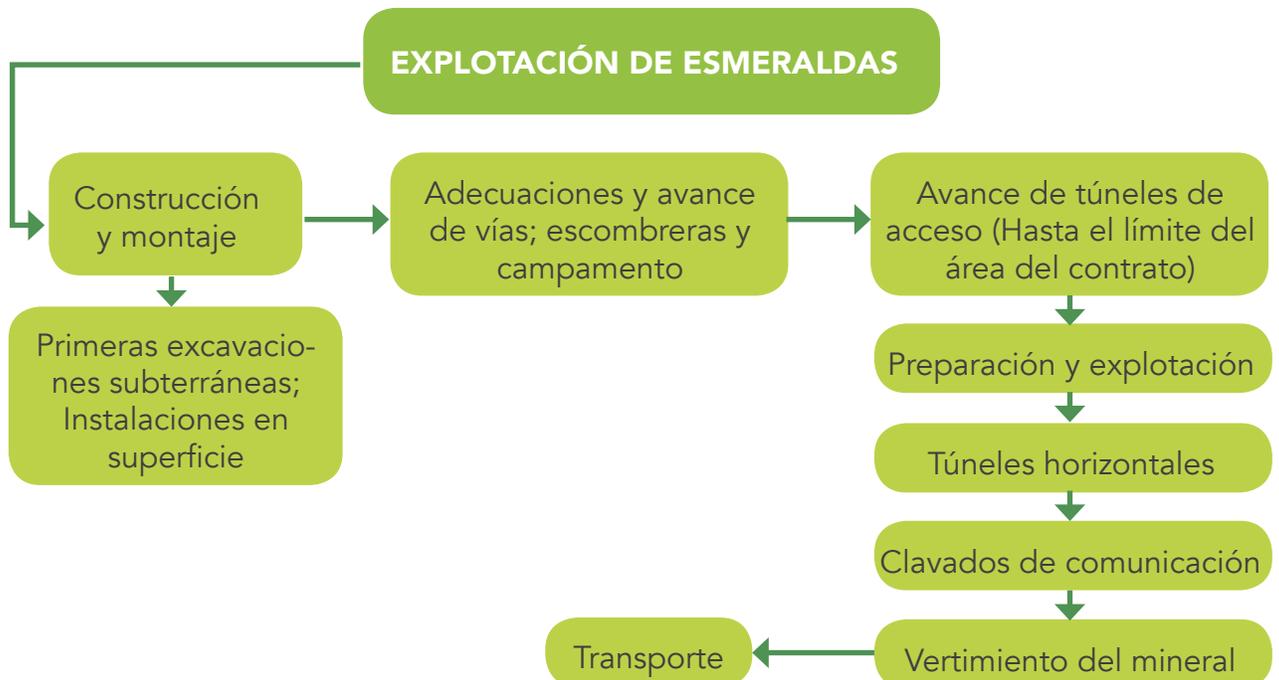


Fuente: Elaboración propia. Basado en Logsdon, Hagelstein & Mudder, 2001

La explotación de esmeraldas, actividad para la cual Colombia es el principal productor y exportador en el mundo es

realizada en socavón, por medio de túneles horizontales conectados como se expresa en la Figura 5.

Figura 5. Explotación de Esmeraldas



Fuente: Elaboración propia. Basado en (Agudelo y Perales, 2010)

A partir del modo de explotación de los materiales más producidos en Colombia es posible reconocer qué tipo de actividad es la más común y por tanto la de mayor aplicación en suelo colombiano. La minería en socavón, en el caso del carbón y las esmeraldas, y la minería a cielo abierto, en el caso del oro y el níquel, son los tipos de explotación más comunes en Colombia, cada una de las cuales implica condiciones socio-ambientales diversas sobre las poblaciones y el ambiente biótico circundantes.

Según el Ministerio de Minas y Energía, el socavón es la cámara o galería principal de una mina subterránea de la cual se desprenden galerías secundarias para la extracción de minerales, esta se interna en forma paralela al horizonte (Ministerio de minas y energía, 2003); la construcción de los túneles se da a través de la voladura de roca (uso de explosivos), se retira el material fragmentado y se estabilizan las paredes y techo de la mina (SNMPE,

2011). La minería en socavón es históricamente una de las actividades de mayor riesgo realizadas por el hombre, pues la presencia de gases tóxicos e inflamables, el uso de explosivos y maquinaria pesada en lugares cerrados así como las aguas subterráneas incrementan la posibilidad de complicaciones de seguridad y salud de los trabajadores (Pino, 2002).

Por su parte, la explotación minera a cielo abierto es empleada cuando el material a explotar se encuentra cerca de la superficie y para su extracción se requiere el movimiento de grandes masas de roca, así como su trituración y separación para la extracción de los minerales (Ramos, 2010); dicho tipo de explotación es económicamente más viable aunque ambientalmente más costosa pues representa la remoción de la capa vegetal. Al reducirse la cobertura vegetal disminuyen también las especies propias del territorio ya sea por fragmentación del hábitat o por endogamia (aislamiento de las especies).

desarrollar una producción minera ambientalmente segura promoviendo la reinversión y fortalecimiento de los sectores productivos alternos así como de las instituciones reguladoras a partir de los aportes que la minería le genera al Estado. Del

mismo modo, el Estado puede promover y exigir la implementación de tecnologías y medidas de seguridad tanto laborales como ambientales a las entidades cuya actividad económica es la explotación minera.

BIBLIOGRAFÍA

- Fedesarrollo. (Febrero de 2012). Tendencia económica. *Informe mensual de Fedesarrollo 118*. Bogotá D.C, Colombia: Fedesarrollo.
- Proexport; Promoción de turismo, inversión y exportaciones. (Julio de 2012). *Reporte trimestral de inversión extranjera directa en Colombia*. Colombia.
- Díaz, J. P., Ríos, I. L., & Bedoya, D. F. (31 de Enero de 2012). Premio ensayo jóvenes investigadores 2011. *Enfermedad holandesa el auge del sector minero energético colombiano 2000-2010*. Bogotá D.C: CESLA Centro de estudios latinoamericanos.
- CESCO. (2012). La exploración mundial, Un informe especial del Metals Economic Group para la Convención Internacional de la PDAC. *Versión en español preparada por el Centro de Estudios del Cobre y la Minería*. CESCO Centro de estudios del cobre y la minería.
- Martínez Ortiz, A. (Abril de 2012). Impacto socio económico de la minería en Colombia. *Informe para el sector de la minería a gran escala*. Bogotá D.C, Colombia: Fedesarrollo.
- Vidal, M. P. (2011). Minería y medio ambiente. *Programa Regional de Capacitación en Derecho y Políticas Ambientales*. PNUMA Programa de las naciones unidas para el medio ambiente.
- Aranibas, A. M., Chaparro Avila, E., & Salgado Pavez, R. (Noviembre de 2011). La industria extractiva en América Latina y el Caribe y su relación con las minorías étnicas. *Recursos naturales e infraestructura*. Santiago: Naciones Unidas-CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- SNMPE, Sociedad nacional de minería petróleo y energía. (Octubre de 2011). Informe quincenal de la SNMPE. *Los minerales no metálicos*. Perú: Sociedad nacional de minería petróleo y energía.
- SNMPE, Sociedad nacional de minería petróleo y energía. (Octubre de 2011). Informe quincenal de la SNMPE. *Tajo abierto y socavón*. Perú: Sociedad nacional de minería petróleo y energía.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2011). Estudio de impacto ambiental para la explotación a cielo abierto de Oro. *Terminos de referencia*. Bogotá D.C: Dirección de Licencias Permisos y Trámites Ambientales.
- Ramírez, A. V. (2010). *Toxicidad del cianuro. Investigación bibliográfica de sus efectos en animales y en el hombre*. Perú: Dirección Salud Ocupacional. Clínica Los Fresnos. Cajamarca, Perú.
- Congreso de Colombia. (09 de Febrero de 2010). Ley 1382 de 2010. *Nuevo Código de Minas*. Ministerio de minas y energía.
- Defensoría del pueblo Colombia. (Diciembre de 2010). La minería de hecho en Colombia. *Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente*. Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- ELAW. (Julio de 2010). Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros. Environmental Law Alliance Worldwide.

- Agudelo, Á. E., & Perales, P. A. (2010). Diseño plan de manejo ambiental para la mina de esmeraldas en Guaquimay, municipio de yacopi (Cundinamarca). Bogota D.C, Colombia.
- Galvis Barreto, C. R. (Enero de 2009). Estudio de impacto ambiental para la explotación minera de materiales de construcción en el área del contrato de concesión HAN-082- Zipacon- Cundinamarca. Bogota D.C: CAR Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- UPME Unidad de planeación minero energética. (Noviembre de 2009). El níquel en Colombia. Bogota D.C, Colombia: Ministerio de minas y energía.
- Cardenas, M., & Reina, M. (Abril de 2008). *La minería en Colombia, impacto socioeconómico y fiscal* . Colombia: Fedesarrollo.
- ONU . (Marzo de 2008). Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas. ONU Organización de las Naciones Unidas.
- Ramirez Ramirez, C. (20 de Septiembre de 2007). Minerales industriales: Su importancia económica. Mexico.
- Villanueva Rodriguez, T. (2007). Los minerales industriales en Castilla y León. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León (SIEMCALSA).
- Comisión chilena del cobre. (Abril de 2007). Catastro mundial de proyectos y prospectos mineros de cobre, periodo 2006-2015.
- DNP. (Agosto de 2007). Agenda interna para la productividad y la competitividad. *Metales y piedras preciosas, joyería y bisutería* . Bogota D.C, Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Sanchez Albavera, F., & Larde, J. (Junio de 2006). Minería y competitividad internacional en América Latina. *Recursos Naturales e Infraestructura* . Santiago de Chile: CEPAL.
- UPME Unidad de planeación minero energética. (Noviembre de 2005). La cadena del carbón. *El carbón colombiano, fuente de energía para el mundo* . Bogota D.C, Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
- Ministerio de Minas y Energía. (18 de Septiembre de 2003). Resolución No. 181108 de Septiembre 18 de 2003. *Anexo, Clasificación oficial de minerales, estructura detallada y correspondencia* . Colombia: Ministerio de Minas y Energía.
- UNPA. (Enero-Abril de 2003). Recursos minerales- Procesos industriales- Desarrollo geográfico. Oaxaca, Mexico: Universidad del Papaloapan.
- Pino, E. M. (Abril de 2002). Riesgos en la minería subterránea. Chile: Gobierno de Chile; Servicio nacional de geología y minería.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (29 de Diciembre de 1993). *Convenio de diversidad biológica CDB*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de Minambiente: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1292&catID=556>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (13 de Junio de 1992). *Foro de las Naciones Unidas sobre bosques*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de Minambiente: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1292&catID=556>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (13 de Junio de 1992). *Declaración de Río*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de Minambiente: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1292&catID=556>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (11 de Octubre de 1986). *Protocolo sobre la cooperación en la lucha contra los derrames de hidrocarburos*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de Minambiente: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1292&catID=556>

- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (21 de Diciembre de 1975). *Convencion relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como habitat de aves acusticas RAM-SAR*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de Minambiente: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1292&catID=556>
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (02 de Diciembre de 1961). *Union internacional para la proteccion de las obtenciones vegetales UPOV*. Recuperado el 28 de Abril de 2013, de Minambiente: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=1292&catID=556>
- SGC Servicio Geologico Colombiano. (06 de Enero de 2012). *Titulos mineros en etapa de explotacion con viabilidad ambiental*. Recuperado el 26 de Abril de 2013, de ingeominas.gov: <http://www.ingeominas.gov.co/Noticias/General/Titulos-mineros-que-se-encuentran-en-etapa-de-expl.aspx>
- SGC Servicio Geologico Colombiano. (Noviembre-Octubre de 2008;2009). *Listado de titulos mineros firmados por la direccion del servicio minero*. Recuperado el 27 de Abril de 2013, de ingeominas.gov: <http://www.ingeominas.gov.co/Mineria/Titulos-Mineros.aspx>
- Ramos, V. (2010). *Megamineria a cielo abierto*. Buenos Aires: Univrsidad de Buenos Aires; Facultad de ciencias exactas y naturales.
- Congreso de Colombia. (15 de Agosto de 2001). Ley 685 de 2001. Bogota D.C, Colombia: Ministerio de minas y energia.
- Corden, M. (1984). *BOOMING SECTOR AND DUTCH DISEASE ECONOMICS: SURVEY AND CONSOLIDATION*. Oxford economic papers.
- Pirajan Diaz, J., Urrea Rios, I. L., & Gutierrez Bedoya, D. F. (31 de 01 de 2012). *Enfermedad holandesa, el auge del sector minero energetico colombiano 2000-2010. Premio ensayo jovenes investigadores 2011*. CESLA Centro de Estudios Latinoamericanos.
- Ministerio de Minas y Energia. (Agosto de 2003). *Glosario tecnico minero*. Bogota D.C, Colombia: Ministerio de minas y energia.
- Revista trimestral latinoamericana y caribeña del desarrollo sustentable. (2007). *Los impactos sobre la salud humana de los polvos de minerales y el desarrollo sustentable de la mineria como alternativa para mitigarsus efectos. No 18; Vol 5*. Revista trimestral latinoamericana y caribeña del desarrollo sustentable.
- MME. (Agosto de 2011). *Politica nacional de seguridad minera*. Bogota D.C, Colombia : Ministerio de minas y energia, Direccion de minas.
- Asociación Luna. (1999). *El porqué de la alta biodiversidad colombiana. Premio al reportaje sobre biodiversidad 2000*.
- Roa, T. (Diciembre de 04 de 2011). *Conflictividad en el sector minero energetico en colombia*. Bogota D.C, Colombia.
- Laverde Palma, J. D. (01 de Febrero de 2014). *Tatequieto a la mineria. El Espectador*, pág. 30.
- Logsdon, M. M., Hagelstein, K. P., & Mudder, T. P. (Abril de 2001). *El manejo de cianuro en la extraccion de oro*. Canada: ICME, Consejo internacional de metales y medio ambiente.
- Martinez Alier, J. (10 de Febrero de 2013). *Dos miradas a la mineria. Entrevista periodistica*. (El Espectador, Entrevistador) Bogotá D.C, Colombia.
- Friess, S., & Brötz, H. (Julio de 2011). *La mineria en los paises en desarrollo- Desafios y propuestas de accion-*.