
ESTRATEGIAS AMBIENTALES PARA EL CONTROL DE LOS IMPACTOS EN LA MINERÍA DE ARCILLA EN LA GUAJIRA, COLOMBIA

Danny Daniel López Juvinao, Fabio Orlando Moya Camacho y Carlos Alberto Socarras Bertiz

RESUMEN

Actualmente en el territorio guajiro, la explotación de los recursos naturales ha traído consigo degradación en los ecosistemas. El objetivo de esta investigación es proponer estrategias para controlar los impactos ambientales generados por la minería de arcilla en La Guajira, Colombia. Se utilizó un enfoque descriptivo explicativo de tipo no experimental. La población evaluada estuvo compuesta por 15 trabajadores de 4 empresas productivas de minería de arcilla. La recolección de

la información se realizó aplicando un instrumento que consta de 2 dimensiones y 8 indicadores, complementado por visitas de campo. Se obtuvo como resultado que los principales problemas ambientales están relacionados con degradación de suelo, transformación del paisaje y emisión de material particulado. Se concluye que las empresas deben centrar sus esfuerzos en la aplicación de estrategias ambientales, esto contribuye al desarrollo sustentable.

Introducción

A nivel mundial la creciente demanda de los recursos naturales, la distribución demográfica y la quema de combustibles fósiles son algunas causas de los innumerables impactos negativos en el medio ambiente. Para Kosugi *et al.* (2009), los indicadores de sostenibilidad manifiestan que los recursos

renovables se han agotado más del 50% de lo esperado en el siglo XXI, lo que evidentemente modifica las condiciones ambientales, alterando los diferentes ciclos biogeoquímicos y acelerando el cambio climático. Esto obliga al ser humano a adaptarse a las condiciones del medio, lo que implica reconocer distintas transiciones no solo desde el ámbito biológico sino

también desde el ambiental, sociopolítico y económico (Doherty y Clayton, 2011).

En efecto, las alarmas ambientales están encendidas y preocupan a toda la humanidad. Expertos han centrado sus esfuerzos en estudiar qué acciones son las que mayormente aportan a la degradación de los ecosistemas, llegando a la conclusión de que la minería junto

con las actividades metalúrgicas representan más de la mitad de la polución generada por el sector industrial (Cruz-Hernández *et al.*, 2018).

En los últimos veinte años diferentes actores ambientales entre ellos la ONU, han centrado sus esfuerzos en liderar estrategias globales de gestión para minimizar los distintos impactos, lo que hasta el

PALABRAS CLAVE / Arcilla / Estrategias Ambientales / Impactos / Minería / Recursos Naturales /

Recibido: 12/02/2023. Modificado: 04/03/2023. Aceptado: 05/03/2023.

Danny Daniel López Juvinao. Ingeniero en Minas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Doctor en Ciencias Gerenciales, Universidad Rafael Belloso Chacín, Venezuela. Docente investigador, Universidad de La Guajira, Colombia. Dirección: Grupo de Investigación Ipaitug, Facultad

de Ingeniería, Universidad de La Guajira. Km. 5 salida a Maicao, Riohacha, Colombia. e-mail: dlopezj@uniguajira.edu.co.

Fabio Orlando Moya Camacho. Ingeniero en Sistemas, Fundación Universidad del Norte, Colombia. Magíster en Informática Educativa y Doctor en Ciencias Gerenciales,

Universidad Rafael Belloso Chacín, Venezuela. Docente investigador, Universidad de La Guajira, Colombia. e-mail: fmoya@uniguajira.edu.co.

Carlos Alberto Socarras Bertiz. Doctor en Ingeniería Mecatrónica, Universidad de Málaga, España. Magíster en Ingeniería de Control y

Automatización de Procesos, Universidad Rafael Belloso Chacín, Venezuela. Ingeniero Industrial, Universidad de La Guajira, Colombia. Profesor, Universidad de La Guajira, Colombia. e-mail: csocarras@uniguajira.edu.co.

ENVIRONMENTAL STRATEGIES FOR CONTROLLING THE IMPACTS OF CLAY MINING IN LA GUAJIRA, COLOMBIA

Danny Daniel López Juvinao, Fabio Orlando Moya Camacho and Carlos Alberto Socarras Bertiz

SUMMARY

Currently in the Guajira territory, the exploitation of natural resources has brought degradation in ecosystems. The objective of this research is to propose strategies to control the environmental impacts generated by clay mining in La Guajira, Colombia. A non-experimental descriptive explanatory approach is used. The evaluated population consisted of 15 workers from 4 productive clay mining companies. The collection of information

was carried out by applying an instrument consisting of 2 dimensions and 8 indicators, complemented by field visits. It was obtained as a result that the main environmental problems are related to soil degradation, landscape transformation and the emission of particulate matter. It is concluded that companies should focus their efforts on the application of environmental strategies, this contributes to sustainable development.

ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS PARA CONTROLAR OS IMPACTOS DA MINERAÇÃO DE ARGILA EM LA GUAJIRA, COLÔMBIA

Danny Daniel López Juvinao, Fabio Orlando Moya Camacho e Carlos Alberto Socarras Bertiz

RESUMO

Atualmente no território Guajiro, a exploração dos recursos naturais trouxe consigo a degradação dos ecossistemas. O objetivo desta pesquisa é propor estratégias para controlar os impactos ambientais gerados pela mineração de argila em La Guajira, Colômbia. É utilizada uma abordagem explicativa descritiva não experimental. A população avaliada foi composta por 15 trabalhadores de 4 empresas produtivas de mineração de argila. A recolha de informação foi realizada

através da aplicação de um instrumento constituído por 2 dimensões e 8 indicadores, complementado por visitas de campo. Obteve-se como resultado que os principais problemas ambientais estão relacionados à degradação do solo, transformação da paisagem e emissão de material particulado. Conclui-se que as empresas devem focar seus esforços na aplicação de estratégias ambientais, isso contribui para o desenvolvimento sustentável.

momento sigue siendo un reto debido a que las huellas de carbono aumentan de una manera considerada. Esto representa un impedimento para poder neutralizar acciones, sin embargo, estas organizaciones son incansables en su gestión logrando liderar 25 cumbres ambientales (Vargas y Gutiérrez, 2014), algunas son iniciativas del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Por otra parte, los países reconocidos por ser potencias mundiales siguen siendo llamados los dueños del cambio climático, esto se debe a las altas cifras de materia prima que usan para mantener en órbita sus distintas industrias. Específicamente, Estados Unidos y China diariamente emiten el 78% del dióxido de carbono que llega a la atmósfera (Le Quéré *et al.*, 2020), lo que sin duda puede llegar a ocasionar grandes catástrofes

ambientales y simultáneamente poner en riesgo la vida del ser humano. Ahora bien, para poder satisfacer las demandas de producción minera, las grandes multinacionales utilizan distintas formas de exploración y explotación, generando muchas veces a daños potenciales en las zonas estipuladas para donde se llevan a cabo estos procesos (Gavin *et al.*, 2010).

Sin duda, existen muchas acciones antropogénicas que afectan de manera directa los distintos factores ambientales, pero la minería es considerada una de las actividades más peligrosas para los ecosistemas, debido a que de no ser ejecutada de una manera amigable con el medio ambiente, puede llegar a ocasionar daños inminentes e incluso irreversibles (Zhang *et al.*, 2019). Desde el punto de vista económico, las actividades mineras son consideradas las más factibles, incluso, a pesar de los riesgos a

nivel de seguridad, se obtienen buenos ingresos para aquellas personas dedicadas a esta industria, por este motivo existen muchos países que actualmente están centrados en encontrar estrategias que les permitan aumentar la gestión ambiental dentro de sus organizaciones (Villa *et al.*, 2012).

Si bien es cierto, América Latina es uno de los territorios que cuenta con más diversidad de recursos naturales, lo que le da la posibilidad de posicionarse dentro de la industria minera como una gran fuente de generación de materia prima –actualmente se sabe que guarda en distintas áreas reservas de minerales como oro, sal y carbón (Perotti *et al.*, 2015)–, esto también lo lleva a generar altos niveles de actividades ilegales, repercutiendo estas prácticas mineras en degradación de los paisajes, cambio en los patrones del suelo y afectaciones a los

cuerpos de aguas, por citar algunas de las consecuencias de las diferentes explotaciones. Por otra parte, algunos países latinoamericanos dentro de los cuales resaltan Colombia, Brasil y Bolivia (Van Hulst y Zaccai, 2016), se han vinculado a las estrategias de gestión ambiental para afianzarse dentro de la minería sostenible.

Cuando se hace referencia a estrategias de gestión ambiental, se hace énfasis en todas las acciones encaminadas a salvaguardar la integridad de los ecosistemas por medio de un plan de acción sujeto a distintas actividades que de manera potencial, puede ser evaluadas a través de la variabilidad de sistemas de monitoreos establecidos por las leyes de cada país (Laurila-Pant *et al.*, 2015). Existen categorías dentro de las cuales se enmarcan estas estrategias, esto es determinante dentro de los procesos de sostenibilidad. La categoría

inicial se basa en las prácticas de gestión ambiental que deben desarrollarse dentro de las organizaciones mineras, éstas son las resultantes de distintos instrumentos requeridos para poder ingresar dentro del mercado. Su particularidad es que son exigidas por la ley. Por otra parte, la categoría secundaria incluye todas las prácticas, acciones o metas que se desarrollan de manera voluntaria sin ningún tipo de evaluación, ni seguimiento (Raymond *et al.*, 2015).

En este sentido, Colombia ha tenido un excelente crecimiento económico en los últimos años, esto se le otorga a la gran variedad de material minero que posee y la versatilidad de su ecosistema, sin embargo, a pesar de su evidente riqueza, no ha dejado de ser categorizado como un país gravemente afectado por aspectos como la urbanización, la minería ilegal y la deforestación (García *et al.*, 2021) entre otros factores que claramente inciden e impiden el auge del verdadero desarrollo anhelado. De esto se debe resaltar un factor muy importante, el sistema de gestión ambiental que actualmente influye en la normativa de la República de Colombia y que se centra en la evaluación del desempeño ambiental, de la mano de acciones de minimizaciones de uso, por ejemplo, en el 29% del territorio colombiano se ha restringido el acceso a áreas protegidas, e incluso, se vela para evitar la degradación de todas estas zonas consideradas fuentes de vida (Herrera *et al.*, 2011).

Distintas corporaciones autónomas regionales colombianas enmarcan su gestión en poder aportar pautas para ayudar a mantener el equilibrio de los ecosistemas, no obstante, existen aún, muchas consecuencias derivadas de la explotación de distintos minerales; caso específico el de la minería de arcilla que durante su proceso de producción y fases de valor agregado puede generar desequilibrio ecológico, contaminación de ríos, aceleración de los procesos erosivos,

desertización, entre otras consecuencias que evidentemente son negativas; es un reto poder estandarizar procesos de evaluación y criterios puntuales que ayuden al país a garantizar el aprovechamiento de los recursos de una manera adecuada, por medio de estrategias ambientales (Orgaz y Ratto, 2020).

En este orden de ideas, La Guajira es un departamento ubicado en la península colombiana favorecido por su posición geográfica, caracterizado por sus riquezas naturales a gran escala, lo que le proporciona variedad de minerales. En el estudio realizado por López (2010) se demostró que los tres elementos de mayor producción son: sal, carbón térmico, materiales para la construcción (arena, recebo y grava). Se confirma también, la presencia de arcilla y yeso, estos últimos, de gran interés para el país, sobre todo porque estas producciones traen consigo la formalización y avance económico. La Corporación Autónoma Regional (Corpoguajira), supervisa estas actividades y garantiza el cumplimiento de la normatividad ambiental (Agencia Nacional de Minería, 2017).

Entre las actividades mineras que se llevan a cabo en el departamento de La Guajira, existen distintos yacimientos, cuyo desarrollo y productividad generan impactos negativos al medio ambiente tales como alteraciones tanto a los suelos, agua y otros ecosistemas, como a la fauna y la flora. Es importante considerar que para la explotación de la arcilla se debe remover la capa vegetal del suelo, lo que conlleva a deforestar, excavar, extraer y transportar materiales, repercutiendo en las propiedades y características naturales del suelo y por ende del ecosistema, como es el caso de las minas Wajira S.A.S y Santa Cruz en el municipio de Manaure, así como las minas El Pargo Rojo y San Lorenzo en el municipio de Camarones.

Se debe tener en cuenta la relación de los sistemas de

gestión ambiental con las actividades de producción de arcilla en el territorio guajiro, enfocada ésta, en las minas dedicadas al aprovechamiento de la arcilla, con la finalidad de encontrar estrategias que permitan lograr una mejora en los procedimientos y procesos en desarrollo. Este tipo de investigación permite implementar un nuevo estándar de minería a las pequeñas y nuevas empresas que se dedican a la explotación de arcilla a nivel local, lo que de cierta manera puede incidir en el desarrollo nacional e incluso en el ámbito internacional, como una manera de expandir el aprovechamiento de este recurso.

Llevar a cabo la evaluación del desempeño ambiental de las minas de arcilla en el departamento de la Guajira es relevante, importante y necesario, ya que promueve las buenas prácticas mineras, y de manera simultánea, ayuda a liderar procesos de responsabilidad ambiental, los cuales impulsan a un desarrollo local sostenible que asociado con una buena gestión social, ayudan a minimizar los problemas ambientales actualmente presentes en el departamento de La Guajira, los cuales dejan a su paso consecuencias que incluso destruyen la dinámica natural de las áreas de influencias, modificando las características de los ecosistemas (Garzón, 2013).

Metodología

La investigación realizada es de tipo descriptiva explicativa debido a que busca la relación causal, con el objetivo de acercarse al problema y a la vez describir las consecuencias del mismo. En cuanto al diseño, es de tipo no experimental porque se caracteriza por exhibir y resaltar principalmente el conocimiento de la realidad tal y como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado. En este tipo de estudio el investigador debe contemplar problemáticas, agentes involucrados y otros factores, esto se lleva a cabo mediante la

observación y el registro, aunque también existe la posibilidad de apoyarse en instrumentos con alto grado de concordancia, conformados por preguntas enfatizadas al tema, lo que permite estudiar la información de una manera detallada, ya que si no se realiza según el procedimiento antes descrito, puede perder validez el estudio (Rojas, 2004).

Por otra parte, dentro de la investigación existen variables, dimensiones e indicadores de gran importancia para su desarrollo. En este estudio se resalta como variable nominal las estrategias ambientales en las empresas mineras que realizan la explotación de la arcilla en el departamento de La Guajira-Colombia, para esto se observan de manera minuciosa los sucesos de relación causa-efecto en los procesos y etapas de producción de las distintas actividades de la minería. Las empresas en estudio están ubicadas en el municipio de Manaure: Wajira S.A.S y la mina de Santa Cruz; y en el municipio de Camarones: mina El Pargo Rojo y la Mina San Lorenzo.

Para llevar a cabo esta investigación fue necesario seleccionar una muestra centrada en las personas que hacen parte de la labor o actividad de producción, específicamente en las minas de arcilla. Al ser un estudio amplio, se conjugan las poblaciones de las empresas, lo que proporciona una visión más abierta sobre las estrategias de gestión para el control de impactos ambientales de estas minas. Específicamente se incluyeron seis trabajadores de la mina artesanal Wajira S.A.S, 3 de la mina Santa Cruz, 3 de Pargo Rojo y 3 de San Lorenzo. Las zonas de estudio comprendieron las empresas en mención y su extensión hasta el área de influencia. En la Tabla I se presenta la población (número de trabajadores), que de manera general desempeñan actividades en las etapas de remoción de la cobertura y capa vegetal, extracción, preparación, maduración, fabricación y

TABLA I
NÚMERO DE TRABAJADORES Y UBICACIÓN ESPACIAL DE LAS EMPRESAS MINERAS

Empresa	Municipio	Ubicación espacial	Número de trabajadores
Wajira S.A.S	Manaure	11°31'16.14" N y 72°50'39.18" O	6
Santa Cruz	Manaure	11°31'12.02" N y 72°51'0.00" O	3
Pargo Rojo	Riohacha	11°24'51.57468" N y 73°4'10.1892" O	3
San Lorenzo	Riohacha	11°24'44.96292" N y 73°4'12.23904" O	3
Total			15

comercialización, entre otras, que son de gran importancia para la puesta en marcha de los procesos productivos.

En cuanto a las fuentes de investigación se utilizaron de tipo primaria y secundaria. Las de tipo primaria corresponden al conjunto de visitas de campo llevadas a cabo con la finalidad de obtener una descripción de las situaciones actuales de las distintas empresas, esto se pudo lograr por medio de la aplicación de un instrumento, el cual consta de 2 dimensiones y 8 indicadores (Figura 1), enfatizados en la variable nominal (estrategias ambientales). Por otra parte, las fuentes secundarias corresponden a las fuentes bibliográficas (libros y artículos científicos) que sirvieron de sustentos para dar validez a la investigación (Opoku *et al.*, 2016). En este orden de ideas, se debe resaltar que el diseño de investigación de este estudio se basa en el tipo no experimental, por lo tanto, se estudiaron fundamentalmente las distintas acciones desarrolladas en las unidades productivas dentro del contexto natural, éstas posteriormente fueron analizadas de forma cualitativa, con conclusiones de datos no estructurados y heterogéneos, es decir, en este estudio no se realizó un análisis cuantitativo (Jarde *et al.*, 2012).

Para determinar la validez y confiabilidad del instrumento utilizado, se evaluó la pertinencia en relación con su contenido, efectividad, redacción,

cohesión y coherencia de acuerdo con la información requerida, además el mismo, se relacionó con las distintas fases productivas que se llevan a cabo en la explotación de arcilla y se identificaron los principales problemas ambientales.

Otro aspecto de gran relevancia es la objetividad, fundamental para poder llegar al alcance del estudio, la cual se validó mediante criterios de consulta técnica a expertos en las áreas de metodología de la investigación, docentes en ciencias ambientales y personal capacitado en producción de minería de arcilla. La confiabilidad no fue medida, por lo cual este estudio está encaminado principalmente por razonamientos propios como investigadores, tanto para la observación de campo, en la aplicación del instrumento, como para la selección del material documental.

Resultados

En el departamento de La Guajira es común el aprovechamiento y utilización de la arcilla comercializada para la fabricación de ladrillos usados en la construcción, lo que amplía el mercado y favorece el desarrollo económico local. Sin embargo, para la extracción de la arcilla suele ser común realizar procesos de extracción poco tecnificados (López *et al.*, 2017). Durante las visitas realizadas en campo, se evidenció que las fases

productivas se centran principalmente en extracción, depuración de materiales de gran tamaño, mezclado, moldeado, secado, cocción y comercialización, dichos procesos involucran el uso de volquetas.

Se resalta que la fase de extracción y aprovechamiento de la arcilla se realiza de la misma forma en las cuatro empresas mineras evaluadas (Figura 2). Según Garzón (2013) se utilizan métodos y procedimientos convencionales para

hacer la explotación. Los mismos inician con la eliminación de la cantidad excedente de piedras y otro tipo de material que pueden encontrarse en las capas del suelo, seguido por uno de los procesos más tediosos, la homogenización, el cual consiste en desintegrar las partículas de gran tamaño, puede llegar a ser complejo ya que se realiza de manera manual con la ayuda de herramientas convencionales tales como picos, palas y palines. Con el paso

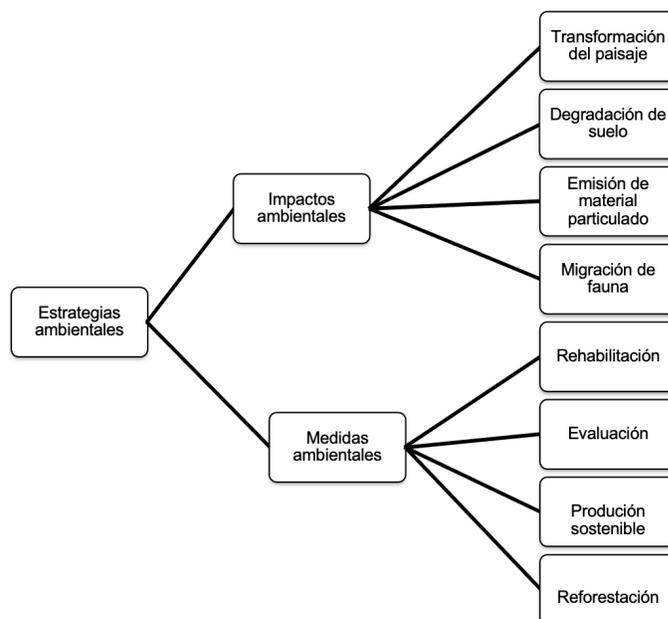


Figura 1. Esquema del instrumento empleado en la investigación (variable, dimensiones e indicadores).

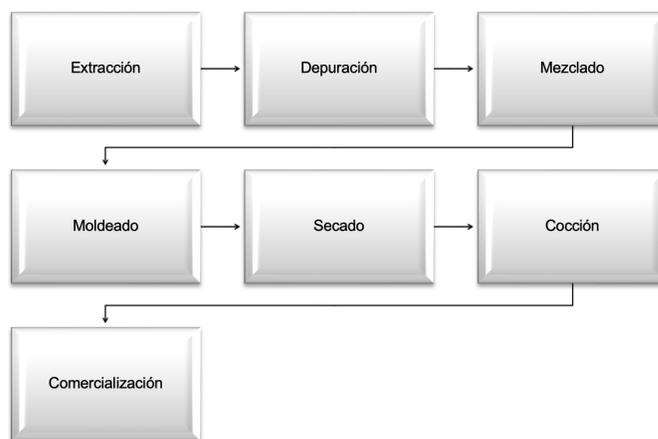


Figura 2. Fases del proceso de explotación de la arcilla en las empresas mineras del departamento de La Guajira - Colombia.

del tiempo estas actividades generan alteraciones que pueden ser irremediables para las capas superficiales del suelo, acelerando los procesos degradativos físicos, químicos y sobre todo biológicos.

Es de gran importancia resaltar que es indispensable conocer el tipo de arcilla (Flórez *et al.*, 2018). Los autores hacen énfasis en que en Colombia las arcillas suelen ser una de las materias primas con mayor resistencia, debido a su composición de minerales, lo que repercute en distintos problemas ambientales generados en las zonas de explotación. De allí que sea fundamental que, dentro del territorio Guajiro, se empiecen a implementar las tecnologías de producción limpia de arcilla y la optimización de los ciclos de cocción.

Por otro lado, después de aplicar el instrumento de evaluación y realizar un análisis minucioso con la ayuda de las visitas de campo, es necesario resaltar que en las minas dedicadas a la explotación de la arcilla en el departamento de La Guajira, existen múltiples problemas enfocados a distintos componentes ambientales. En primera instancia se debe considerar la degradación de los componentes bióticos, un estudio realizado por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MVADT, 2016) reporta que los efectos producidos por la minería de arcilla en los ecosistemas están asociados a la destrucción del paisaje, degradación del entorno visual, destrucción de tierras destinadas a la agricultura y la disminución o pérdida de cobertura vegetal, además de esto, se potencializa el ruido ambiental. Se recomienda que de manera paralela se realicen estudios de Impactos Ambientales, esto ayudará a formalizar estos procesos y hacerlos amigables con el medio ambiente, dejando de trascender como uno de los problemas sociales más grandes en el territorio colombiano.

En cuanto a la transformación del paisaje son varios los factores que pueden generar esta

afectación ambiental. En lo que compete a la minería de arcilla en La Guajira, el principal efecto sobre los paisajes se relaciona con el descapote del suelo. Para extraer la arcilla es importante remover toda la capa vegetal, sumado a esto, se deben tomar en cuenta los procesos de acoplamiento de las instalaciones necesarias para la operación de las empresas, tal y como lo sustenta Garzón Tovar (2013) el 90% de las actividades que se realizan en las minas de arcilla requieren que toda la vegetación sea removida.

En este orden de ideas, para determinar qué tanto ha afectado el desarrollo de las actividades de minería de la arcilla al paisaje del departamento se identificaron las áreas degradadas, encontrándose que todos los sitios evaluados son bastantes xerofíticos, presentan escasa vegetación por su naturaleza y posición geográfica. La empresa con mayor transformación del paisaje es Wajira S.A.S, la cual de un 100% del área de la mina, el 98% está completamente despojado de vegetación y los suelos no son aptos para el crecimiento de la misma. Una posible causa puede ser el requerimiento de leña obtenida de los árboles (la

mayoría secos, por ser esta zona exclusiva para este tipo de actividades). Hay carencias de estrategias ambientales enfocadas a proyectos de reforestación en las minas de arcilla. Tal y como se puede observar en la Figura 3, las empresas restantes también presentan múltiples evidencias de daños al paisaje pero en menor porcentaje.

La degradación del suelo es otro de los problemas que más se manifiestan en las minas de arcillas en el territorio guajiro, según Vanhulst y Zaccai

(2016). Durante los procesos de extracción de minerales el suelo puede verse afectado debido a cambios de patrones, lo que altera su composición física, química y por ende biológica. Al analizar los resultados se determinó que las empresas con mayores afectaciones al suelo son las minas Wajira S.A.S y Pargo Rojo (Figura 4). Situación preocupante debido a que este problema es uno de los que más demora en ser compensado, requiriendo muchos años para que el suelo se pueda

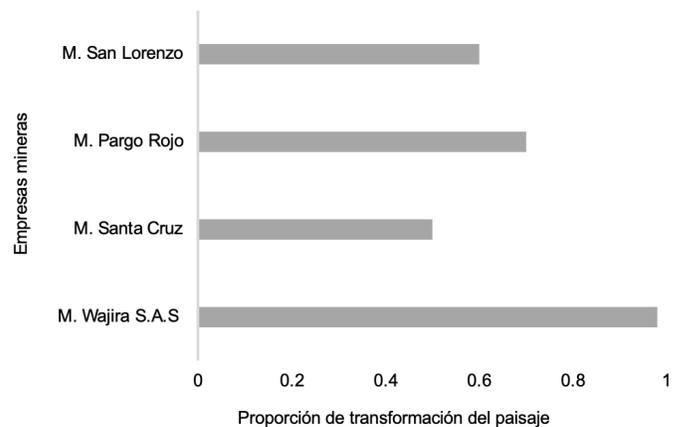


Figura 3. Proporción de transformación del paisaje causada por las actividades de las empresas mineras analizadas.



Figura 4. Evidencia de la degradación física del suelo en la mina Wajira S.A.S.

regenerar. La recuperación de capacidades y propiedades se puede alcanzar con el tiempo, no obstante, sería posible acelerar este proceso si se tuvieran desarrollados planes de manejo o medidas ambientales, lo que resulta difícil ya que se carece de este tipo de gestión en estas minas.

Simultáneamente en las empresas de arcillas del departamento de La Guajira, cuando el mineral o material a explotar se encuentra en los subsuelos, como es el caso de las minerías de arcilla, para su extracción se deben implementar técnicas que usan maquinaria pesada, como tractores, excavadoras y cargadores, provocando que en las distintas fases productivas se genere emisión de partículas que contaminan la atmósfera. Durante las distintas visitas de campo se evidenció que las minas evaluadas no adoptan las normativas asociadas a la calidad del aire (Figura 5).

Garzón (2013) manifiesta que la producción de material particulado Pm 10 y Pm 2,5 en el aire, además de dar paso a un alto grado de degradación ambiental, puede llegar a representar un peligro potencial para la salud de los trabajadores y las comunidades aledañas. Se debe resaltar que las empresas no cuentan con un sistema que determine su grado de emisión, es la Corporación Autónoma Regional quien la que realiza monitoreos de calidad del aire.

Se reitera que las empresas dedicadas a la explotación de arcilla en el departamento de La Guajira, carecen de interés para diseñar e implementar iniciativas que les permitan solucionar las problemáticas ambientales. No existen programas de planeación ambiental que faciliten el desarrollo de acciones de prevención, control, mitigación y restauración dentro de las áreas de explotación. Se constata que las empresas evaluadas cuentan con áreas disponibles ideales para llevar a cabo procesos de reforestación, lo que aportaría a largo plazo, la integridad de

los ecosistemas y la recuperación del suelo, disminuyendo los impactos generados por actividades de descapotamiento y extracción de arcilla (Flórez *et al.*, 2018).

En relación con la fauna, es necesario mencionar que durante las visitas se evidenció la ausencia de algún tipo de especie de animales. Con la finalidad de identificar si se tomaban medidas de reubicación de fauna, se consultó

directamente a los trabajadores, indicando estos, que no se llevan a cabo acciones para la reubicación y conservación animal. Se puso en evidencia que desconocen lo que esto implica, ya que consultaron el por qué era necesario ese tipo de acciones. Fue pertinente explicar que debido a las actividades desarrolladas para la producción de ladrillos, se invade el espacio y hábitat natural de las diferentes especies

de animales, generando migración de la fauna.

Teniendo en cuenta lo anterior, se desarrolla un plan que contiene estrategias de manejo ambiental (Figura 6). Se establecen líneas de acciones, las cuales implementadas de una manera adecuada impulsarán al cuidado de la naturaleza dentro del departamento de La Guajira. Esta propuesta va dirigida a las empresas mineras de arcilla, en pro de mejorar sus sistemas de evaluación mediante seguimiento periódico a las actividades ambientales propuestas.



Figura 5. Normativas de calidad del aire en Colombia; adaptadas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021).

Conclusiones

De los resultados obtenidos, se concluye en primer lugar, que el estudio muestra la existencia de una gran brecha entre minería y medio ambiente, indicando que no hay un uso eficiente de los recursos naturales. Por otra parte, las empresas en el municipio de

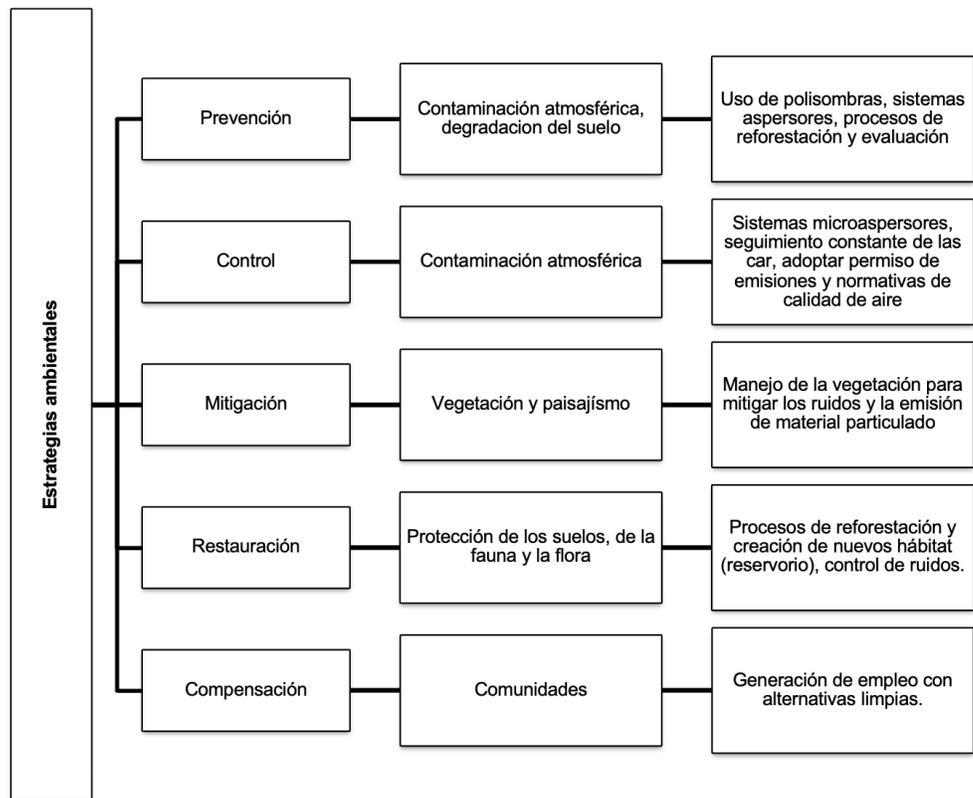


Figura 6. Propuesta de estrategias de manejo ambiental para las empresas mineras de arcilla del departamento de La Guajira, Colombia.

Manaure: Wajira S.A.S y la mina de Santa Cruz; en el municipio de Camarones llamadas El pargo Rojo y la Mina San Lorenzo, no fomentan medidas de manejo ambiental, los procesos desarrollados en las empresas no contribuyen a restaurar, mitigar, controlar y compensar los impactos ambientales negativos que estas generan por medio de su producción. Es necesario acoplarse a un plan de acción estratégico, que cumpla con lo establecido en la normativa actual vigente para el sector minero. Adicionalmente, las distintas empresas de minería de arcilla deben fomentar en sus trabajadores y en las comunidades aledañas, el cuidado del medio ambiente, esto se puede lograr por medio de programas de conciencia y cultura ambiental. Las empresas deben diseñar una serie de planes de contingencia que les permita solventar alguna eventualidad imprevista. Por último, la implementación del instrumento junto con las visitas de campo, son eficaces para determinar los daños ambientales ocasionados por las distintas actividades del ciclo productivo enfocado a la minería de arcilla en el departamento de La Guajira.

REFERENCIAS

- Agencia Nacional de Minería (2017) Obtenidos de Agencia Nacional de Minería: <https://www.anm.gov.co/?q=asi-se-movieron-las-cifras-de-produccion-de-minerales-en-2017>.
- Cruz-Hernández Y, Ruiz-García M., Villalobos M., Romero FM, Meza-Figueroa D, Garrido F, Pi-Puig T (2018) Fractionation and mobility of thallium in areas impacted by mining-metallurgical activities: identification of a water-soluble Tl (I) fraction. *Environmental Pollution* 237: 154-165.
- Doherty TJ, Clayton S (2011) The psychological impacts of global climate change. *American Psychologist* 66: 265-276. <https://doi.org/10.1037/a0023141>.
- Flórez A, Sánchez J, Blanco D (2018) Las arcillas de las formaciones geológicas de un área metropolitana, su uso en la industria cerámica e impacto en la economía regional. *Rev. EIA* 15: 133-150. <https://doi.org/10.24050/reia.v15i30.1219>.
- García R, Afanador N, Quintero-Quintero W (2021) Análisis bibliométrico del estudio de arcillas colombianas. *Scientia Et Technica* 26: 308-315.
- Garzón Tovar N (2013) *Análisis preliminar de los impactos ambientales y sociales generados por la minería de arcillas a cielo abierto en la vereda El Mochuelo bajo, Ciudad Bolívar, Bogotá D.C., estudio de caso*. Tesis. Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. 68 pp.
- Gavin MC, Solomon JN, Blank SG (2010) Measuring and monitoring illegal use of natural resources. *Conservation Biology* 24: 89-100.
- Herrera TF, Mendoza AM, Gómez J (2011) Evaluación del impacto de los sistemas de gestión de la calidad en la liquidez y rentabilidad de las Empresas de la Zona Industrial de Mamonal (Cartagena-Colombia). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* 34: 314-341.
- Jarde A, Losilla JM, Vives J (2012) Methodological quality assessment tools of non-experimental studies: a systematic review. *Anales de Psicología* 28: 617-628.
- Kosugi T, Tokimatsu K, Kurosawa A, Itsubo N, Yagita H, Sakagami M (2009) Internalization of the external costs of global environmental damage in an integrated assessment model. *Energy Policy* 37: 2664-2678. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.039>.
- Laurila-Pant M, Lehtikoinen A, Uusitalo L, Venesjärvi R (2015) How to value biodiversity in environmental management? *Ecological indicators* 55: 1-11.
- Le Quéré C, Jackson RB, Jones MW et al. (2020) Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nat. Clim. Chang.* 10: 647-653. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0797-x>
- López D (2010) *Mucho más que carbón, el escenario minero de La Guajira*. Editorial Gente Nueva. Riohacha, Colombia. 138 pp.
- López D, Carrillo T, Cedeño C, Quiroz M (2017) Responsabilidad Ambiental de la mina de arcilla Betel en San Juan del Cesar, La Guajira. *Revista Agunkuyaa* 2: 76-93.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2016) Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas - PNR. República de Colombia. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/gestion-en-biodiversidad/restauracion-ecologica>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2021) *Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición*.
- Opoku A, Ahmed V, Akotia J (2016) Choosing an appropriate research methodology and method. *In Research Methodology in the Built Environment*. Routledge. Londres, Reino Unido. pp. 32-49.
- Orgaz M, Ratto N (2020) Minería de las arcillas en tiempos prehispanicos (Departamento Tinogasta, Catamarca, Argentina). *Estudios Atacameños* (En línea) (66): 35-48. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2020-0046>
- Perotti R, Coviello M (2015) *Governance of Strategic Minerals in Latin America: the Case of Lithium*. Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), United Nations, Santiago, Chile. 54 pp. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/38961>
- Raymond CM, Fazey I, Reed MS, Stringer LC, Robinson GM, Evelyn AC (2015) Integrating local and scientific knowledge for environmental management. *Journal of Environmental Management* 91: 1766-1777.
- Rojas NY (2004) Revisión de las emisiones de material particulado por la combustión de Diesel y biodiesel. *Revista de Ingeniería* 1: 58-68. <https://doi.org/10.16924/revinge.207>
- Vanhulst J, Zaccari E (2016) Sustainability in Latin America: An analysis of the academic discursive field. *Environmental Development* 20: 68-82.
- Vargas LF, Gutiérrez JM (2014) El Surgimiento de La Política Global Ambiental. *Opera* 7: 107-125. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Villa V, Sepúlveda GF (2012) Extracción de Recursos Minerales en el Oriente Antioqueño: Sostenibilidad y Repercusión en el Medio Ambiente. *Boletín de Ciencias de la Tierra* (31): 97-106. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302012000100007&lng=en&tlng=es
- Zhang MA, Ruan M, Guo J, Chai T (2019) Land subsidence in a coal mining area reduced soil fertility and led to soil degradation in arid and semi-arid regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16: 3929.